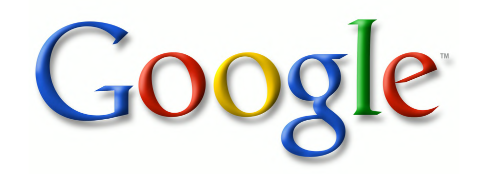
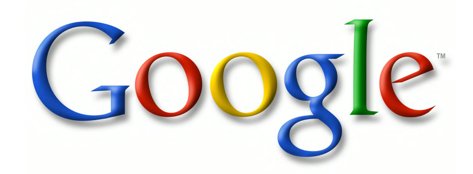




EL

POTENCIAL ELÉCTRICO DE LA ATMÓSFERA

I SUS RELACIONES CON LA

I

CLIMATOLOJÍA MÉDICA DE CHILE

MEMORIA

QUE OBTUVO EL PRIMER PREMIO EN EL **Concurso Nacional de Medicina** ABIERTO POR LA SOCIEDAD MÉDICA DE CHILE, EN CONMEMORACIÓN DEL 25.° ANIVERSARIO DE SU FUNDACIÓN.

POR

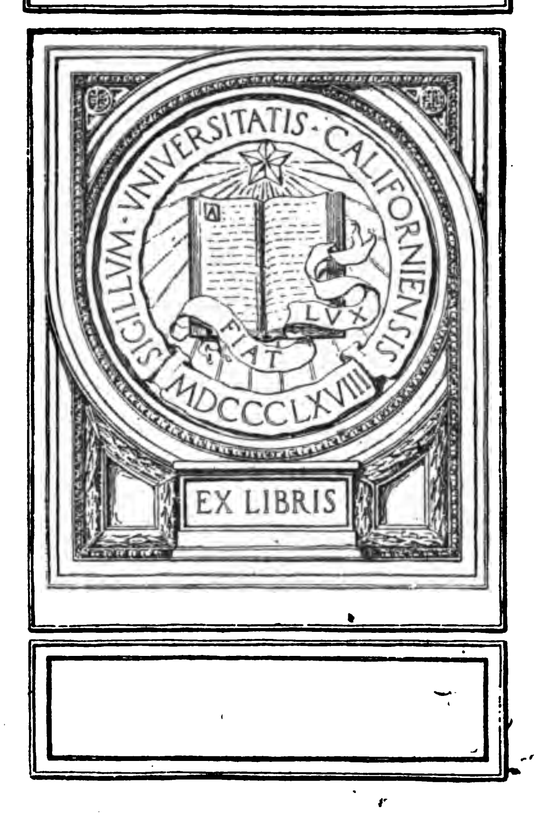
Pedro Lautaro Ferrer

[illegible]



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 50

[illegible]


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

EL

POTENCIAL ELÉCTRICO DE LA ATMÓSFERA

I SUS RELACIONES CON LA

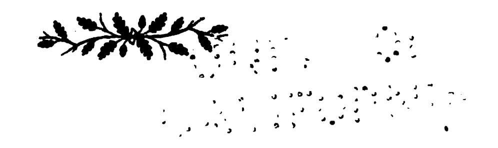
CLIMATOLOJÍA MÉDICA DE CHILE

MEMORIA

QUE OBTUVO EL PRIMER PREMIO EN EL **Concurso Nacional de Medicina** ABIERTO POR LA SOCIEDAD MÉDICA DE CHILE, EN CONMEMORACION DEL 30.° ANIVERSARIO DE SU FUNDACION.

POR

Pedro Lautaro Ferrer
(ERIPUIT CŒLO FULMEN)



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 50

1905

ÍNDICE

PÁJS.

PÁJS.

INFORMES

La Sociedad Médica de Chile, a propuesta del Director doctor don Jerman Greve, acordó abrir concursos nacionales de Medicina, i determinó inaugurarlos en 1900, con motivo de la celebracion del XXX aniversario de esta Asociacion.

El 1.º de Julio de dicho año, fecha de término para el concurso, se presentó solo un trabajo sobre el tema de estas líneas, signado con el pseudónimo *Eripuit cælo fulmen*, acordándose por el Directorio de la Sociedad Médica, en sesion de 2 de Julio, que dicha Memoria fuese entregada, para su dictámen, a los señores doctores don José María Anrique i don Ricardo Dávila Boza.

En la sesion del Directorio de 23 de Octubre del mismo año, el jurado dió cuenta de su comision en las notas que publicamos mas abajo, acordándose por unanimidad, en vista de ellas, dar el premio al autor de la referida Memoria, i agradecer por una nota a dicho jurado el servicio prestado a la Sociedad Médica.

Hé aquí los dictámenes:

Señor Presidente de la Sociedad Médica.—Presente.—

Mui señor mio:

En desempeño de la comision que tuvo a bien conferirme el Directorio de esta Sociedad en sesion del 2 del presente, paso a dar cuenta a Ud. del juicio que me he formado de la Memoria sobre EL POTENCIAL ELÉCTRICO, etc., a que esa comision se refiere.

El asunto de que trata este trabajo es nuevo entre nosotros i de gran interes científico, principalmente en Meteorolojía.

Para desarrollarlo el autor ha dividido su trabajo en dos partes. En la primera hace una historia sucinta i compendiada, pero bastante clara i precisa, de la larga serie de observaciones, investigaciones i descubrimientos que desde la mas remota antigüedad hasta nuestros dias han venido dando a conocer la existencia de la electricidad en la atmósfera, para pasar en seguida a dilucidar las leyes que la presiden i regulan. En la segunda parte nos da todo el conjunto de observaciones que sobre este punto se han verificado en Chile, la mayor parte de las cuales le pertenecen de propiedad, porque han sido recojidas por él mismo.

En todo el curso de su trabajo revela el autor un perfecto conocimiento de la materia i las dotes de un espositor claro, preciso i discreto, i en el gran acopio de cuadros numéricos, en las abundantísimas notas bibliográficas i en algunas gráficas que presenta i que ayudan grandemente a la mejor comprension del asunto, se manifiesta un investigador serio, dilijente i concienzudo.

Resumiendo, yo juzgo que el trabajo que he analizado es una obra de mérito sobresaliente i digna de aplauso. Creo que el Directorio haria bien en otorgarle el primer premio ofrecido por la Sociedad Médica.

Queda de Ud. A. i S. S.

Dr. RICARDO DÁVILA BOZA

Santiago, Julio 27 de 1900.

Señor Secretario de la Sociedad Médica.—Presente.—Mui señór mio:

En cumplimiento de la honrosa comision que el Directorio tuvo a bien confiarme i que Ud. me comunicó en la suya de Julio 4 del corriente, tengo el agrado de participarle que he leido detenidamente el trabajo sobre *El potencial eléctrico de la atmósfera i sus relaciones con la climatolojía médica de Chile*, presentado al concurso de la Sociedad Médica i firmado con el seudónimo *Eripuit cælo fulmen*. Este exámen me permite formular a su respecto las siguientes apreciaciones, que espero se sirva poner en conocimiento de los señores miembros del Directorio.

El tema elejido para la memoria es interesante. Busca el autor en un campo casi inesplorado, a pesar de su riqueza, elementos para cimentar uno de los capítulos de la climatolojía médica nacional. Este ramo de los conocimientos médicos, de creciente i justificada importancia, ha nacido al calor de los progresos modernos de la observacion i esperimentacion científicas i requiere para su desarrollo el concurso continuado i perseverante de los observadores de todos los lugares del globo, pues tiene en cada uno de ellos peculiaridades que es necesario determinar. Todo esfuerzo por hacer que avance el conocimiento de las que corresponden a nuestro pais es digno del interes i del aplauso de los miembros del cuerpo médico chileno. Estimo, en consecuencia, que está comprendido dentro del cuadro señalado por la Sociedad Médica para la presentacion de trabajos a su concurso.

La memoria está dividida en diez capítulos.

En los nueve primeros el autor espone los antecedentes del estudio emprendido; hace la historia de la electricidad atmosférica; pasa en revista las determinaciones i esperiencias sobre el potencial eléctrico de la atmósfera hechas en otros paises i en diversas épocas i circunstancias; estudia sus relaciones con otros fenómenos climatolójicos, i por último la influencia del mismo factor sobre los fenómenos vitales. El capítulo décimo está dedicado a la historia del tema en Chile i a esponer las

determinaciones hechas por el autor en el espacio de dos años continuados en distintas zonas del pais, resumiéndolas en cuadros sintomáticos, esquemas i trazados con que termina el estudio. La materia está desarrollada con método i claridad. Una abundante bibliografía anotada en el curso de la Memoria demuestra en su autor un estudio esmerado del asunto i da a su lectura marcada utilidad.

El considerable número de observaciones necesarias para formar los cuadros con que termina la monografía, manifiesta una tenacidad i perseverancia en la labor científica que, no teniendo entre nosotros otra compensacion que el aplauso de los que comprenden su valía, es necesario estimular, cuando se presenta la ocasion, en beneficio del adelanto intelectual del pais.

En el caso actual estimo por las consideraciones espuestas, que se haria obra de justicia discerniéndole el premio a este trabajo que se ha presentado al concurso abierto por la Sociedad Médica.

Queda de Ud., señor Secretario, S. A. S.

Dr. José María Anrique

Santiago, Setiembre 14 de 1900.

III

EL POTENCIAL ELÉCTRICO DE LA ATMÓSFERA

I SUS RELACIONES CON LA CLIMATOLOJÍA MÉDICA DE CHILE

MEMORIA QUE OBTUVO EL PRIMER PREMIO EN EL "CONCURSO NACIONAL DE MEDICINA ABIERTO POR LA SOCIEDAD MÉDICA DE CHILE, EN CONMEMORACION DEL 30° AÑO DE SU FUNDACION

POR

PEDRO LAUTARO FERRER
(Eripuit cœlo fulmen)

El desarrollo físico e intelectual de los individuos se debe en gran parte a las influencias del medio cósmico en que viven.

CAPÍTULO PRIMERO

PRELIMINARES

Los primeros estudios encaminados a conocer la atmósfera de que se tenga noticia, datan de época mui remota. Las variadísimas fases bajo las cuales se han esplicado los fenómenos de la atmósfera, constituyen capítulos de importancia histórica para el conocimiento de este factor en la medicina antigua.

Para los fines del presente trabajo, bástenos recordar que las investigaciones de los fenómenos eléctricos de la atmósfera, aun en los primeros tiempos de la medicina cabalística i relijio-

sa, fueron objeto de preocupaciones constantes i de discusiones ruidosas.

El aire fué para aquella remota época,—i lo es aun para los pueblos no civilizados,—el oríjen de casi todos los fenómenos terrestres; i las manifestaciones atmosféricas, el oráculo i medio conductor de los hechos considerados sobrenaturales.

En uno de los libros de Hipócrates intitulado *De la naturaleza del hombre*, en cuyas pájinas se resume su doctrina etiolójica, se pone tambien de manifiesto la influencia que ejerce sobre la salud el medio ambiente. Para el padre de la medicina habia dos grandes divisiones que encerraban las causas patolójicas, una propia al réjimen i medio de vida, i la otra peculiar a las alteraciones i fenómenos del aire atmosférico.

Los etruscos, que estudiaron con mayor interes los accidentes atmosféricos, consideraron que habia once clases de rayos con diversos caractéres físicos e inmateriales, dedicados a servirles de guia para el porvenir o de esplicacion para los sucesos contemporáneos. Los antiguos romanos dividian en dos grandes clases los referidos fenómenos: los observados en el dia, atribuidos a Júpiter; i los de la noche, determinados por Summanus.

Con mas o ménos variantes, todas las razas se han preocupado de la atmósfera i de los astros, buscando todas esplicaciones estravagantes, que aun no han podido avasallar en absoluto los descubrimientos modernos. El rayo es fuego, decia Séneca, i se enjendra en la atmósfera.

Desde Cástor i Pólux, divinidades que para los antiguos navegantes i guerreros iban a posarse en las puntas de los mástiles i de sus lanzas en forma de lumbres eléctricas (llamas, bolas, pinceles), i que hoi se conocen con el nombre de *fuegos de San Telmo*, hasta el siglo XVIII, en que el jenio de Franklin cimentara las bases de la física eléctrica de la atmósfera, nada habia que no fuera hipótesis o mistificaciones vulgares. César, Tito Livio i Plutarco, entre otros escritores de la antigüedad, se han estendido con amplitud al referirse a estos fenómenos eléctricos, que creian ser signos o comunicaciones de los dioses. Los fuegos de San Telmo, llamados tambien de Santa Clara, de Santa Elena i de San Nicolas, tenian diversas

esplicaciones segun la hora i circunstancias en que se presentaban (1).

Por lo que hace a los conocimientos mas científicos de la electricidad atmosférica, su primera éra comienza en el siglo XVII con las investigaciones de Gilbert (2), médico ingles—que tambien pudo comprobar las propiedades atractivas de varios cuerpos—i las observaciones de Jallabert, frances, así como las efectuadas en el centenario siguiente por el abate Herber, Haukshee, Achard, Gourdon, Winkler i Otto de Guericke, entre los principales, que han sido llamados los precursores de la electro-física moderna (3).

Gilbert, fué tambien el que dió el nombre de *electricidad* a la propiedad del succino de atraer cuerpos livianos.

El *ῆλεχτρον*, electron, significa ámbar amarillo o succino. El descubrimiento de la propiedad de atraer los cuerpos livianos por el succino frotado, hecho por Tales de Mileto 600 años antes de J. C., constituye la primera fuente de la larguísima i trascedental serie de revoluciones que ha efecuado el estudio de la electricidad.

---

(1) En uno de los viajes de Colon, en una noche de Octubre de 1493, refiere en sus *Memorias* el hijo del descubridor, que despues de largos dias de tempestad aparecieron los fuegos de San Telmo, causando tal emocion entre los tripulantes, que cayeron de rodillas i oraron en accion de gracias por tal merced, que les significaba el fin de la tormenta. En el viaje de Magallánes se halla un pasaje análogo.

Numerosas relaciones de viajes i combates apuntan que dichas manifestaciones de la electricidad atmosférica significaban mal tiempo si se veian en horas serenas, i fin de las borrascas cuando se observaban durante ellas.

(2) GILBERT, 1540-1603, célebre médico de Isabel II de Inglaterra, escribió en latin el año 1600, el primer tratado clásico de electricidnd i magnetismo que haya sido impreso: *De magnete magneticisque corporibus*, Londres, 1600, en 4.° Dicha obra fué traducida al ingles i reimpresa por M. Mottelay, en Norte América, en 1893.

(3) GARIEL—*Etudes sur l' electricité*. Paris

—GARIEL.—ELECTRICITÉ.—*Dictionnaire Universel de Médecine de Dechambre.*

—Diversas obras de física.

CAPÍTULO II

PRIMEROS ESTUDIOS FÍSICOS SOBRE EL FLUÍDO ELÉCTRICO EN SUS RELACIONES CON LA ELECTRICIDAD DE LAS NUBES

A la cabeza de los descubrimientos relacionados con la electricidad atmosférica se halla el nombre de Benjamin Franklin, que se dedicó de un modo preferente a estos estudios e investigaciones.

El dia 7 de Noviembre de 1749 este ilustre físico escribió en su diario de anotaciones las conclusiones siguientes acerca de las propiedades comunes entre los fluidos eléctricos i el rayo:

"1.° Produccion de la luz;
2.° Color de esta luz;
3.° Direccion en zig-zag;
4.° Rapidez del movimiento;
5.° Transmision por los metales;
6.° Ruido en la esplosion;
7.° Propagacion en el agua o en el hielo;
8.° Ruptura en los cuerpos atravesados;
9.° Muerte de los animales;
10.° Fusion de los metales;
11.° Inflamacion de las materias combustibles;
12.° Olor sulfuroso."

En el mismo interesante estudio agrega Franklin estas palabras:

"El fluído eléctrico es atraido por las puntas. No sabemos si el rayo goza de esta propiedad; pero puesto que ámbos fenómenos presentan tantas particularidades comunes ¿no es verdad que es mui probable que tambien tengan esta última? Me parece que debe hacerse la esperiencia."

Guiado por estas ideas T. D. Dalibard, en Marly la Ville cerca de Versalles, hizo construir una barra de acero de 33 metros de altura que terminaba en punta, i la instaló en una llanura elevada, aislada por hilos de seda sujetos a un soporte triangular metálico, i afirmada en su base en un taburete aislador.

El 19 de Mayo 1752, este botánico frances (1) obtuvo las primeras chispas elétricas, en el momento en que pasaba una nube tempestuosa, pudiendo cargar una botella de Leyden (2).

En el mes de Junio de 1752 Franklin comenzó a dedicarse al estudio que terminó con la prueba clásica de la igualdad de acciones eléctricas i las del rayo. Convencido por sus estudios de que debia hallar dicha solucion, se puso a dirijir la construccion de una torre en una llanura cercana a Filadelfia, para que le sirviera de observatorio. Mas, como demorara demasiado su terminacion, i sin conocer absolutamente la esperimentacion de Dalibard, se dirijió una tarde hácia la planicie donde se elevaba su observatorio, en compañía de uno de sus hijos, i para adelantar sus investigaciones se decidió a encumbrar un volantin hecho con un pañuelo de seda i sujeto por un hilo de cañamo, con el fin de recibir por este intermedio descargas disruptivas del fluído atmósferico. Elevado el volantin, ató a la estremidad del cáñamo una llave, i a ésta un cordon de seda aislador sujeto a su vez en el tronco de un árbol. Esperó entonces que las nubes que pasaban diesen a su aparato la influencia eléctrica que fuese la confirmacion de sus teorías. Largo rato pasó en espectacion sin que notase accidente alguno cada vez que se acercaba a tocar la llave conductora; desesperaba ya del éxito cuando una lijera lluvia, humedeciendo el cáñamo, aumentó su conductibilidad, erizó las partículas sueltas de aquel hilo, i estalló en la llave la primera chispa eléctrica arrebatada al cielo, como se ha escrito sobre la tumba del eminente físico.

La emocion de Franklin fué tan grande, segun cuenta él mismo en sus *Memorias*, que no pudo contenerse, i derramó lágrimas de entusiasmo i satisfaccion.

---

(1) Este mismo autor, escribió una traduccion de las *Esperiencias i Observaciones sobre la Electricidad*, de Franklin.

(2) En la obra *Traité d'Electricité théorique et appliquée por De la Rives* Paris, 1858, se dice que el primero que observó la identidad de los fenómenos eléctricos con los del rayo fué el doctor Wall, a mediados del siglo XVII, llegando a producir descargas disruptivas con un cilindro de ámbar, i ruidos sordos que comparó a los truenos. Otros autores, sin citar fecha, dicen que aun ántes que el doctor Wall hizo estas mismas esperiencias Otto de Guericke, el célebre inventor de las máquinas neumáticas.



Esta misma esperimentacion pudo repetirla mucha veces, i consiguió no solo cargar una botella condensadora de Leyden, sino tambien inflamar el alcohol i ejercitar una serie de esperiencias de laboratorio.

En Abril de 1753 quedaba descubierto el pararayos, por este eminente físico.

Un año despues, el renombrado físico doctor Romas, ignorando aun las esperiencias americanas, segun el decir de los historiadores, consiguió tambien obtener descargas disruptivas por intermedio de un volantin, en cuya cuerda introdujo un hilo fino de cobre para hacerla mejor conductora. En sus *Memorias* el doctor Romas dice a este respecto las siguientes palabras: "Obtuve chispas o láminas de fuego de 9 a 10 pulgadas de largo i de 1 a 2 líneas de espesor, que hacian tanto o mas ruido que un pistoletazo. En ménos de una hora obtuve 30 chispas de estas dimensiones, sin contar mil otras de menor lonjitud" (1). Despues este mismo autor observó en barras fijas el mismo fenómeno, recibiendo una vez una fuerte descarga que lo tiró al suelo dejándole largo tiempo sin sentidos.

El oríjen de los estudios de Romas se debe a las bases teóricas presentadas por Franklin; i sus esperiencias fueron emprendidas para contestar la pregunta que con tal fin habia hecho al mundo científico la Academia de Ciencias de Burdéos el año de 1749.

Las anteriores esperimentaciones fueron repetidas con igual éxito por los profesores Delor, Mazers i Lemonnier, en Francia; Cartor, en Inglaterra; Beccaria, en Italia; i Richmann, en Rusia, que tuvo la desgracia de morir fulminado al tocar la bola metálica en que terminaba una cadena atada a una barra fija de acero colocada en la terraza de su casa habitacion, que le servia para sus diarias observaciones.

La comprobacion del problema trazado por el físico de Boston habia quedado resuelto con gloria para su autor i con efectos de trascendencia para la ciencia del siglo XVIII.

Saussure, Volta i Sosubler, primero; i despues en el siglo XIX, Kämtz, Forbes, De la Rives i Martins, que practicaron in-

(1) *Memoires des savants étrangères.* Tomos II i III.

vestigaciones particularmente en los valles i alturas helvéticas; Lamont, director del observatorio de Munich; Ronalds, director del de Kew, en Inglaterra; Duprez, en Gantes; Clarke, en Dublin; i los incansables Quetelet i Palmieri, de Bruselas i Nápoles respectivamente, son los mas distinguidos fundadores de este importante estudio meteorolójico que constituye uno de los mas interesantes capítulos de la jeografía médica moderna, puesto que este conocimiento *tiene por objeto el estudio de las influencias que ejercen sobre el hombre los ajentes meteorolójicos i la estadía en los diversos puntos del globo terrestre.*

CAPÍTULO III

PRIMERAS INVESTIGACIONES SOBRE ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA EN TIEMPO SERENO

Siendo ya un hecho averiguado la comunidad de cualidades entre los fenómenos eléctricos i los del rayo, el abate Mann, de Béljica, fué el primero en dedicarse desde el año 1783 a la investigacion de la electricidad de la atmósfera durante tiempo sereno (1).

Para el referido físico, la atmósfera debia ser un receptáculo comun i constante de electricidad, aun sin relacion con los accidentes tempestuosos del espacio.

En este mismo año el abate de Witry escribia en su libro de *Memorias* las palabras siguientes: "Se sabe hoi dia que entre las observaciones meteorolójicas se tienen en cuenta los efluvios eléctricos, i que es durante las fuertes nevazones cuando pasan a ser mas abundantes; sin embargo, yo he observado que cinco de mis máquinas eléctricas no han dado sino débiles muestras de electricidad, no obstante las precauciones tomadas para favorecer estos efluvios. Me propongo seguir estas observaciones con la nueva máquina eléctrica del célebre Nairne."

El abate Mann, dice Quetelet, no nos ha dado a conocer los medios de que se valió para obtener su determinacion, i cree

(1) MANN—*Memoires de la Academie et Royale de Bruxelles.*

que habrán sido iguales a los que usó su amigo i colega el abate de Witry, i que espone en el tomo III de sus *Memorias a la Academia Imperial i Real de Bruselas* en 1785, i que consisten en deducciones segun el número de vueltas que debia dar el platillo o rueda de una máquina eléctrica, para producir chispas a una distancia dada.

Por su parte, Mann, dando cuenta de sus instrumentos eléctricos, se limitó a decir lo siguiente:

Aeris electricitas similiter a 0 ad 7 usque quantitatis scintelarum gradus assumitur: quando vero nulla datur scintilla, gradus exprimuntur fractionibus unitatis, scilicet ¾, ½ *et* ¼ (1).

Por su parte, el profesor Lemonnier (2) fué el primero que eonsiguió probar prácticamente la existencia de electricidad atmosférica en pleno cielo descubierto. Para este fin, colocó una alta barra metálica, terminada en bola, en un jardin de Saint-Germain-en-Gaye, demostrando por su intermedio la presencia de la electricidad, i de cuya esperiencia dedujo las siguientes conclusiones:

a) Que habia electricidad en el aire en tiempo sereno;

b) Que no habia signos de electricidad durante los grandes vientos; i

c) Que no habia signos de electricidad en tiempo de nubes gruesas que marchan lentamente, ni en la atmósfera húmeda, sin lluvias.

CAPÍTULO IV

EL POTENCIAL ELÉCTRICO

Electrómetros

Los electrómetros (de *ηετρον metron*, medida, i de ἤλεκτρον) son instrumentos que sirven para "medir potenciales o esterminar diferencias de potenciales eléctricos".

---

(1) MANN.—*Ephemèrides de la Société Météorologique Palatine*, 1786.

(2) *Bulletin ne l'Academie Royale de Belgique.*

Tratando de esplicar gráficamente lo que es el potencial eléctrico, decia, una vez el distinguido profesor Zegers, de nuestra Universidad (1): "Hagamos uso de un buen termómetro de mercurio i sumerjamos su ampolleta en un vaso que contenga un líquido cualquiera, el agua, i calentémoslo gradualmente colocando este sencillo aparato sobre una hornilla. A medida que se calienta el agua se calentará tambien el termómetro, el mercurio aumentará de volúmen i, por fin, cuando el agua entre en ebullicion el nivel del mercurio en el termómetro llegará a la division 100 de la escala, si es centígrado. Desde ese instante, sea cual fuere la cantidad de calor que se siga comunicando al agua, su temperatura permanecerá constante i, por consiguiente, invariable el nivel del mercurio en el termómetro. Este hecho tan conocido, muestra de una manera evidente la diferencia que hai entre la cantidad de calor que se puede comunicar a un cuerpo i la temperatura que puede alcanzar ese mismo cuerpo. Nuestro planeta, espuesto a la accion de la inmensa cantidad de calor que recibe del sol, no alcanza a adquirir sin embargo una temperatura de mas de 60° próximamente. Pues bien, lo que se entiende por *cantidad de calor* es perfectamente comparable a lo que los físicos comprenden actualmente por *cantidad de electricidad*, i la temperatura a lo que el célebre Volta denominó TENSION i que hoi se llama POTENCIAL ELÉCTRICO. La analojía va mas léjos: un *potencial eléctrico positivo* corresponde teóricamente a una *temperatura positiva*, es decir, superior a cero; un *potencial negativo* corresponde a una *temperatura negativa* o inferior a cero. Agregaremos que así como se ha elejido un punto convencional, el 0 del termómetro, al cual se refieren las diversas temperaturas, i que corresponde a la temperatura de la nieve en fusion, así tambien se ha elejido como potencial que sirva de término de comparacion, el de la tierra; de tal manera que un potencial positivo significa un potencial superior al del suelo, i uno negativo, un potencial menor."

I ampliando aun mas la comparacion, el referido profesor Zegers se estiende en recordar lo que se llama capacidad calorífi-

---

(1) LUIS L. ZEGERS. Artículo publicado en el *Diario Oficial* de Chile el 2 de Diciembre de 1882, instituIado *Electridad Atmosférica*.

ca de los cuerpos, es decir, las diferentes cantidades de calor que son necesarias para que masas iguales de diversos cuerpos puedan variar en un grado su temperatura. I así como se ha elejido una unidad de temperatura, el *grado centígrado* para conocer las diferencias de temperatura de los cuerpos, de igual manera se ha tomado por convenio jeneral una unidad eléctrica que corresponde a la diferencia de tension o potencial entre el cobre i el zinc de un elemento Daniell, el *voltio*.

Fácil es comprender el valor de la acepcion *capacidad eléctrica de un cuerpo*, es decir, la cantidad de electricidad suficiente para que varie el potencial en una unidad, así como se esplica dicho aumento de un grado en las capacidades caloríficas que se acaban de relacionar.

Se dice, pues, que dos cuerpos tienen el mismo potencial eléctrico cuando estando colocados en espacios separados, sin que acciones de influencia ejerzan su igualacion regular, i reunidos por un hilo conductor, ámbos cuerpos no esperimenten ninguna modificacion eléctrica. Se supone que los cuerpos objeto de la esperiencia, no son suceptibles de producir electricidad, como lo harian las pilas, por ejemplo. Ahora bien, si se rompe el hilo conductor i unitivo de los dos cuerpos i se observa el estado eléctrico de ámbos con ayuda de la balanza de Coulonb u otro aparato análogo, se verá que son espuestos a modificaciones paulatinas o a cambios bruscos, si es que actúan sobre ellos influencias diversas, ya sean propias del medio ambiente o de otro órden las que, modificando su primitiva igualacion, dan oríjen a potenciales diferentes (1).

Se llama cuerpo de potencial mas elevado al que cede la

---

(1) La diferencia de potencial electrostático entre dos puntos es una unidad (*C. G. S.*) de diferencia de potencial cuando es necesario emplear una unidad *c. g. s.* de trabajo (erg) para hacer pasar de un punto a otro, una cantidad de electricidad igual a la unidad *c. g. s.* «El trabajo desarrollado cuando una diferencia de potencial E lanza una cantidad q de electricidad al traves de un conductor es Eq: i el trabajo desarrollado cuando una fuerza electromotriz E lanza una cantidad de electricidad q en un circuito es tambien Eq. De donde resulta que las dimensiones de la diferencia de potencial i de la fuerza electromotriz son iguales »

(GORDON, *Electricité et magnetisme*, trad. por Raymond 1881.)

electricidad a otro o lo modifica en el sentido de su propia electricidad, uniformando la tension con el cuerpo pasivo, neutro, o de electricidad contraria sobre el cual actúan. El profesor Gariel (1) entre otros autores, tomando nota de este hecho, estrema la comparacion, gráficamente, imajinando dos receptáculos llenos de un líquido i colocándolos ya separados o unidos por un tubo en diversos planos horizontales i a diversas distancias i sometiéndolos a presiones contrarias i diferentes niveles, i comparando estas desiguales alturas de superficie, presiones, nivelacion de vasos comunicantes i sus correlaciones físicas con las leyes que actúan sobre los fenómenos de la tension eléctrica.

El potencial eléctrico se llama tambien *nivel eléctrico.*

La diferencia de potencial o *desnivel eléctrico* determina una corriente o flujo desde el mas alto al mas bajo nivel o potencial. Determina o produce, igualmente, una presion eléctrica o tension o fuerza electromotriz, que es la causa determinante del flujo o de la tendencia o capacidad de producirlo.

El potencial cero, o punto de partida para medir las diferencias de potencial, es el *potencial de la tierra* llamado tambien *depósito comun* de electricidad. No quiere esto decir que el potencial eléctrico absoluto de la tierra sea nulo, sino que los potenciales de los cuerpos se miden RELATIVAMENTE al potencial terrestre, considerado como neutro o término de comparacion. Del mismo modo que la temperatura 0° no significa falta absoluta de calor. (El cero absoluto corresponde a 273°.)

En cuanto al uso de los electrómetros, diremos únicamente para no estendernos en detalles que se hallan en los textos, que de entre la larga serie de estos instrumentos se utilizan principalmente hoi dia para las determinaciones del potencial atmosférico *los electrómetros simétricos Thompson-Mascart*, los modelos de lectura directa, los inscriptores automáticos, etc. (2).

---

(1) GARIEL. Obra citada.

(2) Para facilitar la comprension de este estudio, recordaremos, en las notas siguientes los puntos mas interesantes que es necesario tener presente:

a). El sistema C. G. S. es el conjunto sistemático de unidades físicas basado sobre las tres unidades fundamentales *de lonjitud, masa* i *tiempo:* CENTÍMETRO, GRAMO i SEGUNDO. (Fué establecido este sistema, por la Asocia-



CAPÍTULO V

ORÍJEN DE LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA, TEORÍA SOBRE LA ESPECIE DE ELECTRIZACION QUE CORRESPONDE A LA ATMÓSFERAA I LA TIERRA.

Numerosas teorías i largas controversias se encuentran en la literatura científica acerca de esta importante materia.

---

cion Británica, i adoptado por el Congreso Internacional de Electricistas en 1881). (*Hospitalier.— Formulaire pratique de l'électricien.*)

b). La unidad c. g. s. de cantidad electrostática es la cantidad de electricidad que colocada a la distancia de una unidad (centímetro) de una cantidad del mismo signo e igual, la rechaza con una fuerza igual a la unidad de fuerza c. g. s. (dina).

La unidad electromagnética de cantidad, o sea la unidad de cantidad de corriente, es la cantidad de electricidad que atraviesa en un segundo un conductor cuando la intensidad de la corriente es una unidad c. g. s. de intensidad.

La unidad electromagnética de cantidad es igual a 3.10^{0} unidades electrostáticas de cantidad o sea 30,000 000.000 *M.* de *9*, electrostáticas *c. g. s.* porque la velocidad o sea la dimension $\frac{L}{T}$ igual al número de centímetros por segundo recorridos por la corriente es $3.10^{0}=30,000.000.000$ cm. =300 mil km. (La velocidad de la electricidad ha sido determinada por muchos esperimentadores. Gordon da el siguiente resúmen de las esperiencias:

Weber et Kohlrausch........	3,1074	$\times 10^{10}$ cm. segundo
Thompson........................	2,825	
Maxwel	2,8798	
M. Kichan........................	2,93	
Ayrton et Perry	2,980	
Hockin........................	2,988	
Rowland........................	3,044	

La medida de las cuatro últimas determinaciones da 298,570 km. × segundo, o en números redondos 300,000 km., como la velocidad de la luz = 3.10^{10} cm. segundo.)

c). La unidad práctica de cantidad eléctrica se llama *Culombio* i es igual a $10^{1}=0,1$ unidad electromagnética *c. g. s.* de cantidad o a $3,10^{9}=3,000$ millones unidades electrostáticas c. g. s. de cantidad.

d): La unidad c. g. s. eléctrica de diferencia de potencial, es la diferencia de potencial que debe existir entre dos puntos para que sea necesario emplear

Dejando a un lado las suposiciones antiguas desligadas de todo criterio racional, recordaremos las teorías de los principales autores i de mas moderna aceptacion.

Para Volta i de Saussure, la electricidad de la atmósfera se produce por la evaporacion constante de la superficie terrestre. De la Rive opina de igual manera, i aduce la creencia de que influyen en su produccion los fenómenos de la vejetacion, absorcion de oxíjeno i produccion de ácido carbónico, ademas de las trasformaciones i accidentes propios de la médula terres-

---

una unidad de trabajo *c. g. s.* (erg.) para hacer pasar una unidad *c. g. s.* electrostática de cantidad, de uno de los puntos al otro.

La unidad c. g. s. electromagnética de diferencia de potencial (o de fuerza electromotriz) es la diferencia de potencial (o de fuerza electromotriz) necesaria para que la unidad de cantidad *c. g. s.* electromagnética desarrolle una unidad *c. g. s.* de trabajo (erg.)

1 unidad *c. g. s.* electrostática de diferencia de potencial $= 3 \cdot 10^{10}$ unidades electro-magnéticas. de diferencia de potencial = 30.000.000.000.

1 unidad *c. g. s.* electrostática de dif. de pot. $= 310^{10}$ unidades electromagnéticas. de diferencia de potencial = 300 voltios.

La unidad práctica de diferencia potencial es el VOLTIO.

Es igual a 10^{8} unidades *c. g. s.* electromagnéticas da diferencia de potencial = 100.000.000.

e) La distancia esplosiva de la chispa eléctrica *en el aire* puede servir para estimar, aproximadamente, la diferencia de potencial entre los puntos en que estalla.

El siguiente cuadro de Mundt, lo tomamos de las *Cartas sobre Electricidad Médica,* dirijidas desde Berlin en 1894, al doctor Augusto Orrego Luco por el DR. JERMAN GREVE. (Publ. en la *Revista Médica de Santiago de Chile*, año XXIII.

1	chispa de	milim.	0.18	equivale	a una	tension de	1,000	voltios.
1	,,	,,	1.7	,,	,,	,,	2,000	,,
1	,,	,,	0.5	,,	,,	,,	5,000	,,
1	,,	,,	12.2	,,	,,	,,	9,000	,,
1	,,	,,	15.6	,,	,,	,,	12,000	,,
1	,,	,,	16.5	,,	,,	,,	13,000	,,
1	,,	,,	17.1	,,	,,	,,	14,000	,,
1	,,	,,	18.8	,,	,,	,,	15,000	,,

MASCART, da el siguiente cuadro como resultado de sus esperiencias (MASCART ET JOUBERT.—*Leçons sur l'électricité et le magnetisme.*—JOUBERT, *Traité élementaire d électricité*, 1889):

tre, principalmente en los puntos de juncion de la parte ya modificada, i las que aun permanecen en incandescencia (1 bis).

El profesor Edlund acepta la teoría de que el vapor de agua trasportado al traves del aire produce fluídos positivos al condensarse por una lei que él denomina de induccion unipolar (2).

En lucidas pruebas de gabinete Schoenbein (3) probó que bajo la influencia de la luz el oxíjeno es susceptible de ejercer una accion química como si fuese ozono, lo que le da motivo para considerar que el oxíjeno del aire bajo el influjo de los

Distancia esplosiva en c/m.	Diferencia de potencial	
	En unidades eléctricas *c. g. o.*	En voltios.
0,1	18,3	*5,490*
0,5	89,1	26,730
1,0	162	48,800
1,5	190	57,000
2,0	216	64,800
3,0	256	76,800
5,0	316	94,800
10,0	397	119,100
15,0	426	127,500

SIR W. THOMSON, da resultados análogos al cuadro anterior, i al de M. DE LA RUE (GORDON, ob. cit), que va en seguida.

Largo de la chispa en m/m.	J. E. M. en elementos de cloruro de plata (1)	J. E. M. en voltios.
0.1263	1080	1112,40
0,3642	2160	2224,80
0,6410	3240	3337,20
0,9404	4320	4449,60
1,2510	5400	*5562,00*
1,5970	6440	6633,20
2,1010	8040	8281,20

(1 bis) DE LA RIVE.—Obra citada.

(2) EDLUND.—*Memoires des savants ètrangers.*—Ob. cit.

(3) SCHOENBEIN. — *Origine de l'électricité de nuages.* — *Rev. Scient.* tomo XV.

(1) La fuerza electromotriz de 1 elemento de cloruro de plata = 1,03 voltios.

rayos solares produce una reaccion electro-química sobre las moléculas acuosas, resultando una polarizacion eléctrica de las vesículas de agua que componen las nubes i, por consecuencia, una tension eléctrica.

Becquerel (1) se ha preguntado si no podrian influir en la formacion de la tension eléctrica las reacciones químicas del suelo en contacto con el agua, fuera de las descomposiciones de las sustancias orgánicas i trasformaciones vitales del reino vejetal. Ha hecho investigaciones tambien sobre los accidentes de la corteza terrestre i de sus capas interiores.

Diversos autores han sostenido que la accion calorífica del sol sobre la atmósfera i la distribucion de las temperaturas terrestres son fuentes de electricidad, i otros todavía adunan a esta teoría la accion de las corrientes inducidas producidas por la rotacion terreste i los frotes de los vientos, las evaporizaciones marítimas, la influencia de las manchas i tempestades solares i los fenómenos preliminares i propios de las auroras polares (2).

Lamont considera que la electricidad atmosférica es una resultante necesaria de la electricidad de la tierra (3).

Por su parte, el astrónomo Faye, analizando las teorías de Ampère i Faraday comprobadas por esperimentos, de que la tierra está constantemente atravezada por corrientes eléctricas cuyo oríjen nos es desconocido, pero que se dirijen de oriente a poniente, niega que tales fuerzas del globo se irradien i constituyan un factor esplicativo del oríjen de la electricidad atmosférica. La tierra es una fuente de electricidad neutra, segun la hipótesis de Faye (4).

Pellat (5), Exner, Sohncke i Edlund, entre otros, esplican el hecho con la hipótesis de Peltier, que da al suelo una capa

(1) -BECQUEREL.—*Origine de l'électricité atmosphérique.*—Paris. 1893.

(2) FRACISCO DENZA.—*Le aurore polari ed i fenomeni cosmici.*—Turin.

HERMANN FRITZ.—*Das Polar Licht.*—Zurich. 1881.

GASTON PLANTÉ.—*Phénomènes électriques de l'atmosphère*, Paris. 1888.

(3) ALFRED KITTER VON ARBANITZKY. -*Electricity in the service of man.* London, 1886

(4) FAYE.—*Comptes rendus de l'Academie de Sciences.* Paris, tom., XCV. 1882.

(5) PELLAT.—*Journal de Physique.*—Paris 1883.

normal de electricidad negativa recibida quizas en su período formativo, reconociendo para el aire otra fuente compleja de produccion eléctrica positiva.

La teoría de Lomstrœm se basa en las corrientes que van del ecuador a los polos i que con las auroras boreales o australes dan, por induccion, la tension eléctrica de los espacios periterrestres.

El padre Secchi (1) en sus estudios sobre esta materia ha llegado a la conclusion siguiente: "En la materia ponderable no puede efectuarse accion ninguna térmica sin que el equilibrio etéreo preexistente se altere i se produzca un movimiento del éter, es decir, que toda accion térmica tiene que ir acompañada necesariamente de una manifestacion eléctrica."

Existiendo, pues, una correlacion entre las fuerzas físicas que producen luz, calor i electricidad, se deriva que necesaria influencia debe ejercerse en la produccion de los fluídos cósmicos que analizamos, las múltiples acciones térmicas de la naturaleza, ya sean emanadas del sol, de otros fenómenos celestes o de hechos complejos relacionados con nuestro planeta. Sabemos que sobre cien rayos de calor que entran perpendicularmente en la atmósfera, no llegan a la superficie de la tierra sino 59, segun promedio jeneral de Lambert, máximum que en algunos climas se eleva hasta 81, segun Bourguer. La pérdida de calórico alcanzaria hasta un 19% segun este último físico, i de 41% segun Lambert, que, como se ve, es un valor de mas del doble del señalado en el máximum de Bourguer. Otros investigadores dan los siguientes guarismos, tomando, naturalmente, la unidad como término comparativo:

Pouillet, 0.75 a 0.82; Geslie, 0.75; Forbes, 0.68; i Quetelet, 0.63; dichas cifras difieren en razon de las alturas, humedad, latitudes i horas diversas en que se han hecho las observaciones (2).

Produciendo calor i electricidad hasta las mas leves acciones químicas, el mas tenue frotamiento, aun— como dice Faye— el

---

(1) P. A. SECCHI.—*L'unité des forces physiques*.—2ème édit. Paris. 1869

(2) A. QUETELET.—*Memoires sur les variations diverses et annuelles de la temperature*. Bruxelles, Tomos X i XIII.

mas lijero contacto entre dos cuerpos, es lójico que la aunacion de tantos factores de la naturaleza, productores de dichas cantidades imponderables, sea fuente contínua, por lo que hace al medio ambiente, de electricidad atmosférica. Gaston Planté, el célebre inventor de los acumuladores eléctricos, acepta una correlacion entre las leyes físicas que presiden la formacion del fluído positivo de la atmósfera i la cantidad negativa retenida por la corteza terrestre.

El profesor Davy (1) cree que nuestro globo i su atmósfera son receptáculos de diversas electricidades en razon de habitar los espacios, los cuales por causales múltiples i aun no definidas, son jeneradores de dicho elemento que yace distribuido en todos los cuerpos celestes.

Becquerel (2), despues de numerosas e interesantes esperimentaciones, llega a las conclusiones siguientes con respecto al desarrollo de electricidades positivas i negativas:

"1.ª Las exhalaciones de oxíjeno i de gas ácido carbónico por las hojas de los vejetales, proporcionan la electricidad positiva a la atmósfera;

"2.ª En el contacto de tierras i aguas dulces o saladas, las primeras toman un exceso de electricidad positiva, las segundas un exceso de electricidad negativa;

"3.ª La descomposicion de materias animales i vejetales en la superficie de la tierra i en el agua da lugar a efectos complejos;

"4.ª En el contacto de aguas frias i calientes que circulan sobre la superficie de los mares, las aguas frias electrizan positivamente, i las calientes, negativamente. En estos casos la tension eléctrica es mui tenue a causa de la estension de las superficies, pues para que haya desarrollo de dichas electricidades, tiene que existir el contacto de las aguas frias i calientes."

Las combustiones del carbon dejan escapar ácido carbónico electrizado positivamente, en tanto que el carbon mismo queda

---

(1) G. DAVY.—*L'Electricité dans la nature.*

(2) BECQUEREL.—*Etudes sur l'Electricité atmosphérique. Comptes rendus de l'Academie des Sciences.* Tomo CXXII.

BECQUEREL.—*Traité d'Electricité.* Tomo IV.

con signo negativo. En las combustiones del hidrójeno, este gas toma el fluído negativo, i el oxíjeno se apodera del contrario. Cada vez que el oxíjeno se combina con otro cuerpo hai desprendimiento de electricidad; el oxíjeno presenta siempre reaccion eléctrica positiva, i el cuerpo combustible la reaccion negativa. Esta conclusion se ha denominado principio de Pouillet.

Este mismo autor (1) dice que la evaporacion del agua perfectamente pura no da nacimiento a electricidad, la cual se produce si el agua contiene álcalis disueltos, resultando una reaccion de signo + para el agua, i otra de signo — para el vapor. Si el agua contine ácidos disueltos ò sales, sucede lo contrario, el agua se carga con electricidad de signo —, i el vapor con la de signo +.

Peltier (2) espone en sus numerosas publicaciones que la tierra es un receptáculo de electricidad ***resinosa***, en tanto que los espacios planetarios lo son de electricidad ***vítrea***.

Palmieri (3) sostiene que los cuerpos salientes de la superficie de la tierra en tiempo ordinario están cargados de fluído negativo. Para probar su acerto hizo variadas esperimentaciones en el sur de Italia, advirtiendo que si se observaban a veces manifestaciones positivas, eran causadas por influencias estrañas, pertenecientes o provenientes de fenómenos celestes o de la tierra, pero que siempre eran de duracion pasajera. Este autor, director del Observatorio Astronómico del Vesubio, colocó en un sitio despejado i libre de toda clase de influencias, en un dia sereno, un conductor aislado, i lo puso en comunicacion con un hilo metálico unido a un electroscopio Bohnenberger, puesto tambien en un plano horizontal. El cuadrante del indicador en un medio positivo, no dió señales de ninguna influencia, hasta que hizo avanzar a un hombre en direccion del electroscopio, presentándose inmediatamente una acusacion de electricidad

(1) Pouillet et Jamin.—*Physique*. Paris. 1880.

(2) Peltier.—*Recherches sur la cause des phènomènes électriques de l'atmosphère*. Paris.

(3) Palmieri.—*Lois et origines de l'électricité atmosphérique*.

Palmieri.—*Electricità atmosferica. Continuazione degli studi meteorologici fatti sul Reale Observatorio Vesubiano*. 1854.

negativa. Tocado el conductor por el mismo hombre, la hoja de oro del cuadrante se puso en el acto en posicion vertical; alejado el conductor del hombre, se volvió a observar electricidad positiva. Este mismo resultado se produce si en vez de una persona existe cerca un pilar, un árbol, un muro o una roca.

Ahora bien, si el observador se halla en una zona de electricidad negativa, que rodea a una lluvia, por ejemplo, ya sea o no tempestuosa, las cosas pasan de contraria manera. Así tambien, en dicho caso, los cuerpos que hacen eminencia sobre el suelo se encontrarian electrizados positivamente con el acercamiento de una persona u objeto, i negativamente con el alejamiento de ellos.

En la referida serie de esperiencias Palmieri demostró que *la electricidad del suelo es siempre diversa i opuesta a la del aire i crece o decrece proporcionalmente* (1).

Siendo la electricidad del suelo de signo constitutivo diverso i opuesto al del aire, i de intensidad proporcional, se sigue que una es inductriz positiva, que reside en el aire, i la otra, por la inversa, negativa.

El último de los autores que hemos citado, ha escrito numerosos artículos en pro de sus teorías i criticando las opiniones diversas, principalmente las del doctor Davy, que trató de probar que la tierra era una fuente de electricidad positiva, cuando la inmensa mayoría está actualmente conteste en afirmar lo contrario.

La hipótesis de Simoner, hace a la tierra un almacen de electricidad neutra, oríjen de las descomposiciones e irradiaciones de los dos fluídos, segun sean las influencias de los ajentes físicos determinados por las leyes jenerales de la naturaleza.

Thompson, (2) estudiando estos mismos hechos, concluye por encontrar analojía entre la distribucion normal de la electricidad en la atmósfera i en la superficie terrestre, y la que resul-

---

(1) PALMIERI.—*La théorie positive de l'électricité atmosphérique confirmée par des observations et experiences nouvelles.* 1893.

(2) SIR. W THOMPSON.—*Electricity of Atmosphere. Philosophical Magazine.*

taria si ésta fuese la armadura interior de un condensador regularmente electrizado, cuyo dieléctrico fuesen las capas bajas de la atmósfera i su otra armadura las altas.

Numerosas son, pues, las esperiencias físicas que demuestran que el aire tiene signo de potencial positivo en tiempo normal, i que la superficie del receptáculo comun tiene signo negativo por constitucion de influencia contraria presentada con mejores caractéres en las partes salientes.

El doctor Bustamante i Quevedo (1) ha recopilado investigaciones para patentizar que la atmósfera tiene potencial positivo respecto de la superficie de la tierra, siendo éste mayor miéntras en mas altura se investigue, i mas palpable su diferencia cuando se observa en las partes mas salientes del globo que acusan tension negativa.

Es teoría ya acordada por la ciencia la adjudicacion de estos fluídos en el órden espuesto.

El profesor Eujenio Semmola, siguiendo otro órden de esperiencias, resolvió efectuarlas en comunicacion con el globo *Urania* del aeronauta M. Spalterini, en compañía de los profesores Leopoldo Ciccone i Felipe Campanila (2). Preparado todo para las observaciones, se elevó el globo cautivo con Spalterini i los físicos Ciccone i Campanila, que tenian el encargo de vijilar los aparatos colocados en la canastilla en comunicacion con los situados en tierra, que eran observados por el profesor Semmola. El dia era de calma, i se hizo elevar el *Urania* con la mayor lentitud posible. He aquí el resultado de las observaciones:

El electrómetro colocado en el suelo marcaba electricidad positiva, la que fué aumentando poco a poco hasta el límite de la carrera del globo, que fué de 280 metros. En la canastilla el electrómetro marcaba, débilmente, signo positivo. Quitado del aislador el hilo de comunicacion i puesto en contacto con la tierra, apareció con enerjía el signo negativo en el aparato de la canastilla, i fué nulo en el electrómetro del observador Sem-

---

(1) JOAQUIN BUSTAMANTE I QUEVEDO (teniente de navío de 1.ª clase) *Curso de electricidad teórica i práctica especial para la Escuela de Torpedos* Cartajena 1886.

(2) *La Lumière Electrique. Revue d' Electricité* 1893, tomo I.

mola. Esta esperiencia, ampliada con la confirmacion de electricidad positiva en la altura, en los dias serenos, i sin comunicacion del *Urania* con el suelo, fué repetida varias veces, llegando siempre a las mismas conclusiones, que llamaron la atencion del mundo científico.

Lavoisier i Laplace observaron que las combustiones operadas en la superficie de la tierra eran acompañas de fenómenos eléctricos. Pouillet, dando mas amplitud a estos estudios, dejó cimentado este principio.

La ajitacion i mezcla de capas aéreas producidas por desniveles de temperatura, orijinando corrientes i nuevas fuentes de electricidad, han sido tambien objeto de detenidas investigaciones.

Las plantas, bajo la influencia de la luz, dan electricidad resinosa, i en la noche electridad vítrea, segun lo demuestran las últimas observaciones de Becquerel.

Peltier ha estudiado las diversas alteraciones i cambios de signos, o simplemente la influencia en las máximas i mínimas del potencial, las condensaciones i evaporaciones que se producen con motivo de la accion del sol i de la noche sobre el vapor de agua, concluyendo que estos fenómenos se ejecutan en un medio de tension negativa en las capas inferiores, i de tension positiva en las superiores.

Un resúmen de los estudios de Kämtz a este respecto, puede condensarse en estas palabras:

Los vapores que se elevan del suelo son de electricidad resinosa como la de la tierra. Pero su tension es reaccionada por las influencias del potencial contrario que pesan desde lo alto. Así es que los vapores no conservan largo tiempo su reparticion jeneral del potencial primitivo. La accion incesante del globo rechaza la electricidad resinosa hácia las capas superiores i deja la accion de la electricidad vítrea incorporada a las capas inferiores. La nueva reparticion de electricidad se hace tanto mas fácilmente cuanto que la densidad aumenta; de aquí es el por qué, esplicado por los cambios del electrómetro, si en la mitad del dia cesa de dar signos eléctricos, reacciona poco a poco cuando las condensaciones vespertinas se hacen sentir, volviendo los vapores de signo vítreo a manifestarse, i a hacerse

mas firmes i cargados de electricidad resinosa los superiores. Durante la noche los vapores inferiores se depositan en forma de rocío; la cantidad de vapores vítreos disminuye, los vapores superiores reaccionan mas libremente, i hácia el amanecer el electrómetro hace indicaciones flojas, que se aceleran con el sol. El primer efecto del sol levante es el de hacer pasar al estado de vapor elástico los vapores condensados de la noche, esten o no en el estado vesicular. Estos vapores, estando colocados entre la tierra, de signo negativo, i el espacio celeste, de signo vítreo o positivo, aumentan la tension resinosa, que desaparece al recibir la influencia vítrea de las capas superiores (1).

El doctor Exner, estudiando las causas de aparicion del signo eléctrico negativo en la atmósfera en buen tiempo, cree que se deba a la presencia de polvos electrizados por frotamiento contra el suelo.

Mas adelante veremos las teorías de Palmieri, que esplican el fenómeno por presencia de nubes o tempestades en lugares mas o menos distantes. Estos hechos, que han recibido confirmacion, dejan, sin embargo, sin esplicacion los casos escepcionales, cuando no hai tormentas ni cielos cubiertos en los horizontes inferiores al de la localidad en que se observan, ni aun en estensas zonas circunvecinas, como ha sucedido en anotaciones personales verificadas en Chile, segun veremos mas adelante, i en repetidas ocasiones en observaciones estranjeras, de las cuales, para no citar sino una, esponemos la indicada por Charles André, en la ciudad de Lyon (2).

Dicha observacion demuestra la coincidencia de que en tres dias consecutivos, i repetidos los mismos en tres meses diferentes del verano, el potencial de la electricidad atmosférica fué negativo, no habiendo una nube desde Suiza al Atlántico.

En los cuadros esplicativos de este fenómeno se ve, en el relativo al mes de Junio, por ejemplo, que el potencial de + 120 del dia 4 comenzó a bajar hasta el cero el dia 12, i descendió

---

(1) F. L. Kämtz.—*Vorlesungen über Meteorologie Halle.* 1858.

Id. *Lehrbuch der Meteorologie.—Apeurade*, 1831-1836.

(2) Ch. André. — *Sur l'aparition de l'électricité negative par beau temps.* Paris, 1892.

hasta—20, conservándose en dicho signo durante los dias 13, 14 i 15 del mismo mes, para volver a subir otra vez i llegar a + 120 con fecha 4 del mes siguiente.

Cree el referido señor André que dicho fenómeno se debió a distribuciones anormales de la temperatura siguiendo la vertical, i a la gran sequedad, relativa, del medio ambiente.

Variadas i numerosas esperiencias podríamos indicar para ilustrar este capítulo, pero creemos que con las principales opiniones i estudios espuestos, que se completan con otras consideraciones razonadas, a las cuales, para seguir con método, debemos dar cabida en otra seccion, son suficientes para dejar establecido, en síntesis, que el oríjen de la electricidad atmosférica se debe a causas tan complejas como múltiples, que aun no han podido definirse; i que el potencial eléctrico normal de la atmósfera es de signo positivo en contraposicion al de la superficie terrestre, que es negativo en las mismas circunstancias normales.

CAPÍTULO VI

ELECTRICIDAD DE LA ATMÓSFERA EN ESTADO NORMAL

A.—Variaciones con la altura

Las esperiencias de Peltier hechas con volantines a diferentes alturas, i las practicadas a diversas elevaciones en el monte San Bernardo por de Saussure, Ermann, Becquerel, etc., fuera de muchas otras llevadas a término por distintos autores en varias latitudes i alturas i aun en globos aerostáticos, han demostrado palpablemente que la tension eléctrica varía con las alturas i en proporcion a las capas horizontales del espacio.

A un metro del suelo el electrómetro no marca reaccion de ningun jénero, a causa de estar influenciado por la capa de aire inferior en íntimo contacto con la electricidad negativa de la tierra, produciéndose una zona neutra.

El potencial aumenta lentamente hasta 100 metros, i desde aquí sube con mayor rapidez. No debe olvidarse que, si el tiempo no es limpio, cualquier cirrus puede hacer cambiar la marcha de la esperiencia. Influenciado el ambiente por dichas nubes, Peltier repitió la observacion i encontró que el potencial

positivo abarcaba una zona de 50 metros, siguiéndose otra de carácter neutro, i mas arriba una de signo negativo de 20 metros de espesor, coronada a su vez de otra zona de signo positivo hasta el límite de la altura en que alcanzaron sus observaciones, que fué de 247 metros.

En una ascension en globo, Biot i Gay-Lussac deslizaron desde su canastilla un hilo metálico de 56 metros de lonjitud terminado en una bola, i comprobaron que la estremidad superior del hilo marcaba signo negativo, aunque el medio en que se hallaba influenciaba el electrómetro con signo contrario. Este fenómeno, esplicado por una gran influencia de las capas cercanas a la tierra que llegaron a dominar la reaccion positiva correspondiente a la atmósfera que rodeaba al globo, por induccion del hilo metálico o por atraccion de las tensiones superiores, dejó no obstante de seguir anotándose cuando el globo remontó a mayores alturas netamente positivas. *El potencial eléctrico de la atmósfera aumenta proporcionalmente con la altura.*

He aquí una lei que ha quedado sólidamente sentada despues de las minuciosas esperimentaciones de Thompson, Mascart i Joubert. A orillas del mar, en Abeerden, Thompson comprobó una variacion de 100 voltios por metro; Mascard i Joubert observaron una variacion de 300 voltios en otros lugares. Si este aumento proporcional de tension fuera orijinado por cargas difundidas por el suelo, seria necesario que dicha carga fuera negativa e igual a 10^{13} culombios por centímetro cuadrado, lo que corresponderia a una tension eléctrica mui débil, o sea a una regulacion de una media millonésima de unidad (1).

El activo director del Observatorio de Bruselas, Quetelet, que comenzó sus investigaciones en este sentido el 16 de Agosto de 1844, llega a esta conclusion: "En un lugar que no es dominado por cuerpos vecinos, la intensidad eléctrica del aire crece sensiblemente a partir de un punto determinado, en proporcion a las alturas."

Esta lei se modifica en las altas rejiones, donde se forman las tempestades, pues entónces, como veremos mas adelante, varía el potencial, se establecen corrientes en sentidos diversos, se

(1) *La Lumière Electrique.* Revista citada.

acumulan electricidades contrarias i se producen variados fenómenos que acaban con toda regla de observacion.

Hai veces que, sin causas conocidas, se notan oscilaciones i cambios bruscos de signos, no sólo en planos diversos i de desiguales alturas, sino que aun dentro de un mismo plano horizontal. Muchas veces las oscilaciones fluctúan entre un potencial de 10 a 1,000 voltios o mas por metro de altura en las ajitaciones tempestuosas o accidentes *sui generis* que la ciencia aun no ha podido esplicar (1).

El astrónomo André, en dos ascensiones en globo observó que no habia aumento del campo eléctrico con la altura en tiempo sereno, i de aquí dedujo, como conclusion, lo anotado en sus dos investigaciones, lo que nos parece demasiado absoluto. Cree dicho autor que el campo eléctrico en buen tiempo es igual en los diferentes puntos de las líneas verticales que se observan a una hora dada.

Los dos esquemas que van a continuacion corresponden a observaciones verificadas por André en sus ascensiones correspondientes a los dias 1.° i 9 de Agosto de 1893 (2).

PRIMERA ASCENSION.—El Biot: capitan P. Renard, capitan Jullien, G. Le Cadet, aeronauta, 7 h. 20 m.—10 h. 40 m. de la mañana del 1.° de Agosto de 1893: Meudon-Féricy, N W-SE. Viento inferior NNW. mui débil.

---

(1) *Revue International d'Electricité.*

(2) CH. ANDRÉ. *Sur les variations de l'état électrique des hauts regions atmosphériques par beau temps.* Note presenté par M. MASCART à l'Academie de Sciences de Paris. 1893.

Série	Hora	Altura media	Δn	Δv	Δv/Δn	OBSERVACIONES
1...	$7^h 48^m$	615^m	$3^m 50$	$+264^v$	$+75^{voltíos}$	Cielo sereno, atmósf. infer. brumosa.
2...	8. 14	790	3,00	+105	35	Aparecen cumulus en grandes anillos brumosos.
3...	8. 26	740	3,00	+134	45	Se forman nubes en grandes masas.
4...	8. 31	870	3,00	+ 77	26	Cumulus desprendidos corren a cierta distancia.
5...	8. 45	1005	3,00	+ 87	29	Masas de nubes se multiplican i agrupan.
6...	9. 27	1150	2,00	+ 77	38	Frecuentemente pasan cumulus bajo nosotros; se elevan poco a poco i finalmente nos rodean a cierta distancia.
7...	9. 45	1100	3,00	+ 82	27	
8...	9. 53	1300	3,00	+ 99	33	

SEGUNDA ASCENSION.—El Biot: capitan Hugot; aeronauta, G. Le Cadet: 1 h. 0 m. a 5 h. 35 de la tarde del 9 de Agosto de 1893. Meudon-Valhermy (Pontoise) SSE. NNW. Viento SSE. mui débil. Cielo sereno.

Serie	Hora	Altura media	Δn	Δv	Δv/Δn	OBSERVACIONES
1...	$1^h 47^m$	830	2,00	+85	+43	Aparecen algunos filamentos de cirrus.
2...	1. 58	824	2,00	+74	37	
3...	2. 7	1060	2,00	+87	43	
4...	2. 22	1290	2,00	+84	42	($2^h 40^m$ termómetro: 21°,8) 1350^m
5...	3. 5	1255	2,00	+83	41	
6...	3. 12	1745	2,00	+68	34	Cirrus mas compactos.
7...	3. 36	1940	3,00	+74	25	Cirrus cumulus en el horizonte sur, envueltos en vapor i bruma mui difusa
8...	3. 46	2080	3,00	+62	21	
9...	4. 14	2120	3,50	+68	19	
10...	4. 42	2310	3,50	+62	18	($4^h 30^m$ termómetro: 15°,8) 2160^m
11...	4. 55	2520	4,50	+71	16	

Trascribimos en seguida una investigacion hecha a 20 metros de altura en el Observatorio de Montsouris (1) con el electrómetro Thomson-Brauly:

	Mes de Julio	Octubre	Noviembre
1	17°,1	13°,1	4°,0
2	19, 3	11, 2	6, 5
3	18, 9	15, 6	8, 1
4	20, 0	18, 0	9, 6
5	21, 4	19, 1	8, 8
6	21, 9	17, 2	4, 6
7	22, 9	18, 1	0, 5
8	19, 5	16, 4	1, 4
9	17, 9	15, 3	0, 5
10	17, 3	16, 9	11, 3
11	16, 1	16, 5	13, 8
12	16, 6	16, 4	14, 6
13	20, 3	18, 3	17, 6
14	21, 8	15, 4	12, 6
15	24, 6	13, 6	10, 5
16	24, 5	13, 8	8, 0
17	24, 7	15, 8	11, 7
18	21, 9	14, 4	8, 3
19	20, 5	10, 4	5, 6
20	19, 0	10, 8	3, 2
21	21, 2	6, 6	2, 1
22	23, 9	7, 7	1, 2
23	23, 8	7, 5	10, 1
24	17, 6	8, 5	6, 3
25	18, 1	7, 8	8, 1
26	23, 2	7, 3	6, 3
27	21, 1	8, 2	5, 6
28	23, 2	8, 0	5, 6
29	18, 7	7, 3	5, 6
30	23, 1	5, 3	5, 2
31	21, 1	6, 1	4, 1

(1) M. Marie Davy. *Obs. astr. de Montsouris.* 1876-86.

B.—*Variaciones diarias i periódicas*

La lei llamada de Lemonnier dice: *La tension eléctrica de la atmósfera presenta cada dia i periódicamente variaciones regulares.*

Estas variaciones son diarias, mensuales i anuales.

Veamos lo que sucede en dichas mutaciones, que he observado personalmente desde hace algunos años. La tension eléctrica del aire comienza a aumentar desde la salida del sol para llegar a un primer máximum, a hora distinta segun las estaciones climatéricas i latitudes, para decrecer en seguida, volver otra vez a subir hasta un segundo máximum i regresar a otro mínimum, para pasar a reanudar el ciclo evolutivo con la nueva salida del sol (1).

El esquema que representa la fig. 1, demuestra gráficamente esta variacion en nuestra capital, tomando el dia de sol a sol:

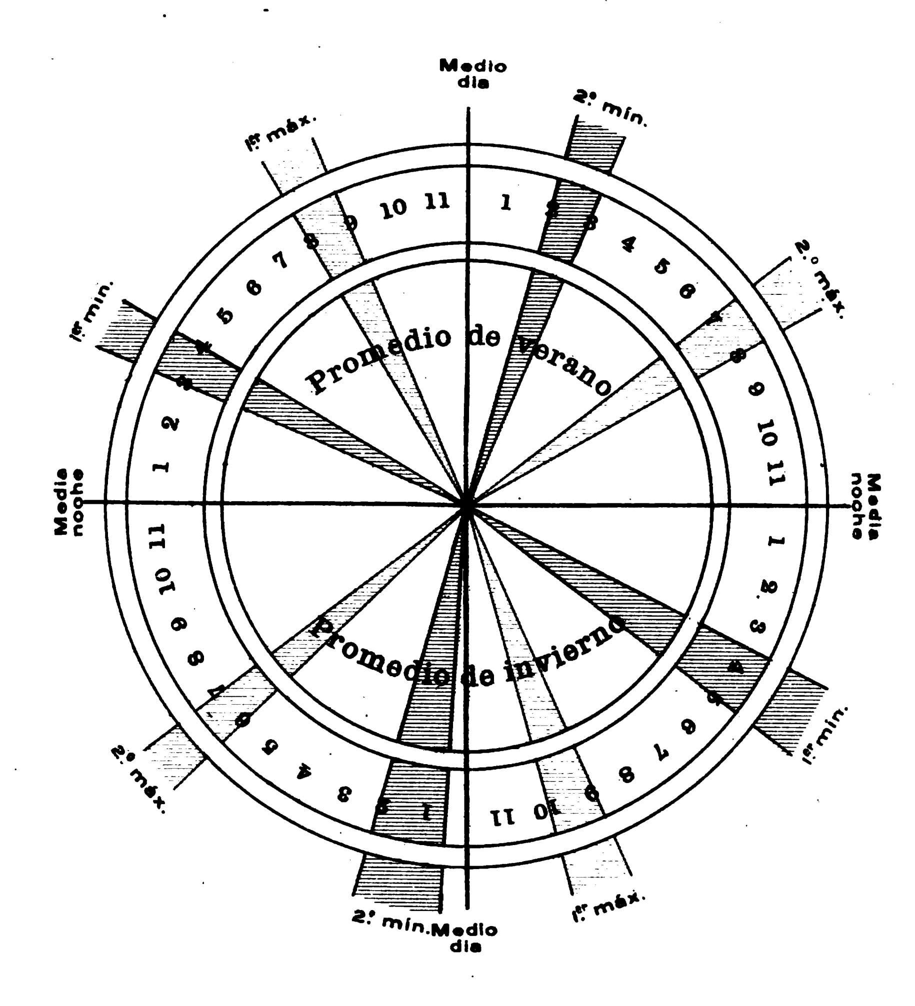
En esta Gráfica se demuestran los máximums con ángulos rojos, i los mínimums con ángulos negros; en el promedio de verano el primer máximum corresponde de 8 a 9 A. M. i el segundo de 7 a 8 P. M.; el primer mínimum de 3 a 3.50 A. M. i el segundo de 2 a 3 P. M. En el promedio de invierno se anota el primer máximum de 9 a 10 A. M. i el segundo de 6 a 7 P. M.; el primer mínimum de 3.30 a 5 A. M. i el segundo de 12.30 a 2 P. M. Para ampliar mas la comprension de este cuadro, recordaremos las horas de salidas i puestas de sol, comparando así sus relaciones con el horario de las oscilaciones eléctricas.

Al comenzar el verano (7.40 P. M. del 21 de Junio) el sol sale a las 4.49 i se pone a las 7.8.

Al terminar el verano (21 de Marzo) el sol sale a las 6.5 i se pone a las 6.11.

Al comenzar el invierno (5 P. M. del 21 de Junio) el sol sale a las 7.3 i se pone a las 4.58.

(1) Si se toma la observacion atendiendo al dia sideral, hai que fijarse entónces en que el primer mínimum antecede al primer máximum.



Medio
dia
2.º min.
1.er máx.
2.º máx.
1.er min.
Media
noche
Media
noche
Promedio de verano
Promedio de invierno
1.er min.
2.º máx.
1.er máx.
2.º min.
Medio
dia

Fig. 1

Al terminar el invierno (21 de Setiembre), el sol sale a las 5.50 i se pone a las 5.55.

En Paris, segun Arago, el primer máximum se acentúa entre las 8 i 9 de la mañana, i el segundo entre las 12 i las 3 de la tarde; advirtiendo que el segundo no alcanza a elevarse al nivel señalado en el primero. En Jinebra, Plantamour ha llegado a conclusiones casi del todo análogas.

En el Observatorio de Greenwich se han anotado las horas siguientes, tomando por base el dia sideral:

El primer mínimum, a las 2 de la mañana, comenzando a ascender paulatinamente hasta las 6 A. M. i aumentando el doble desde esta hora hasta las 8 para alcanzar su máximum primero a las 10 de la mañana. La declinacion comienza poco despues, i llega a las 4 de la tarde a una cifra igual a la anotada a las 8 de la mañana para subir de 8 a 10 de la noche i volver a bajar hasta el límite de las 2 de la madrugada.

Las observaciones de Clarke en Irlanda, las de Lamont en Munich, las de Dellmann i Romershausen en Alemania, las de Birt en Kew, las de Palmieri en Nápoles, i las de Quetelet en Bruselas, entre muchas otras, son mas o ménos análogas.

El siguiente promedio corresponde a las observaciones europeas:

1.er mínimum	2	A. M. en verano		3	A. M. en invierno	
1.er máximum	7 a 8	" " "	"	9 a 10	" " "	"
2.º mínimum	2 a 4	P. M. "	"	1 a 3	P. M. "	"
2.º máximum	6 a 7	" " "	"	8 a 9	" " "	"

Las variaciones anuales van de Enero a Enero, sufriendo algunas oscilaciones intermediarias. Los pnntos culminantes corresponden al mes de Enero. Los puntos superiores de ascenso entre los estremos de las oscilaciones anuales, corresponden en Europa a los meses de Febrero, Marzo i Setiembre, segun órden de importancia. Las otras pequeñas curvas son secundarias.

El esquema jeneral de dicha curva corresponderia a una línea que podria representarse por la proporcion de 13: 1, o sea en números correspondientes :: 605 : 47, siendo el mes de

Enero el que se refiere al guarismo mayor i el mes de Junio al menor, como se ve en la figura 2, que hemos formado en vista de las observaciónes hechas por Ferley.

El resúmen que va en seguida lo ha publicado el astrónomo Clarke, de Dublin. El primer mínumum se anota a las 3 de la mañana, comenzando a subir el potencial hasta las 10 A. M., hora del primer máximum, para disminuir hasta las 11 A. M. i volver a subir a las 2.45 de la tarde, manteniéndose firme durante una media hora para iniciar un descenso rápido que se detiene a las 6 P. M., para volver a hacer la última curva de ascenso i volver al punto de partida a las 3 de la mañana (1).

En una comunicacion a la Academia de Ciencias de Paris, el físico Mascart (2) dice que el potencial positivo del aire es mas uniforme durante la noche, i que las amplitudes de las oscilaciones diurnas son mucho menores durante el invierno. Comunica ademas en la misma Memoria que muchas veces solo se ha observado un máximum i un mínimum en las 24 horas, lo que está en desacuerdo con lo jeneralmente observado.

El profesor Kaemtz, apunta que el potencial es pequeño en las horas en que los vapores bajan a las rejiones inferiores de la atmósfera. Las horas de las variaciones las indica de este modo: en los dias de verano aumenta la tension desde el amanecer hasta las 6 o 7 A. M.; en primavera hasta las 8 o 9 A. M., i en invierno hasta las 10 o 12 M. A partir de dichas horas decrece primero con lijereza i despues lentamente hasta las 2 o 3 de la tarde. El segundo máximum lo coloca de 1 o 2 horas despues

---

(1) Clarke.—*Philosophical Magazine*.—Tomo. XVI.

Los siguientes autores, que han hecho estudios análogos, indican promedios semejantes al acabado de presentar:

Duprez.—*Memoire sur l'électricité de l'air*.—Paris.

Quetelet.—*Resumé des obs. sur la Metéor. et le Magnetisme terrestre*.—Bruxelles.

Leclerc.—Id. id. de Liège.

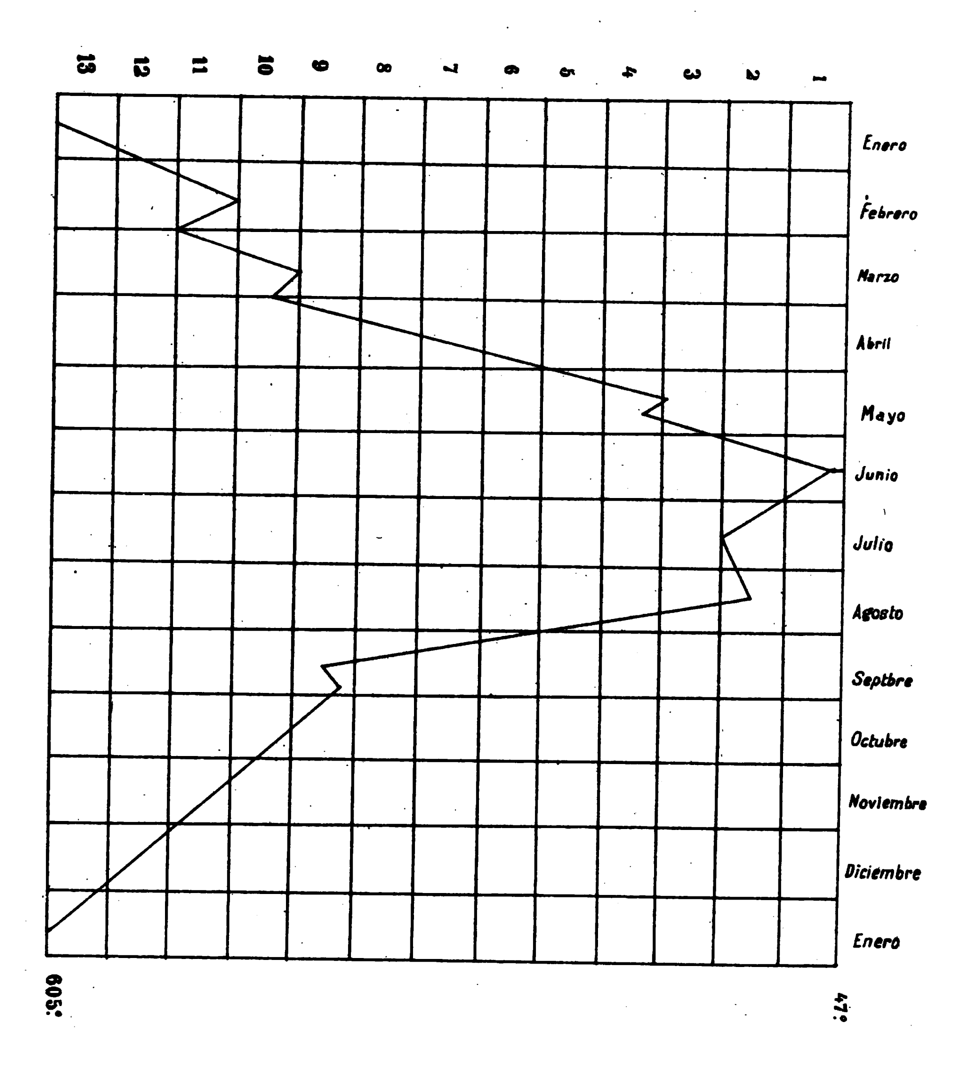
Dewalque.—Id. id. de Stavelot.

Maas.—Id. id. de Namours.

Loppens.—Id. id. de Arlons.

Germain.—Id. id. de Bastogne.

(2) Mascart.—*Comtes rendus de l'Academie de Sciences*.—Paris 1880.



13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septbre
Octubre
Noviembre
Diciembre
Enero
605°
47°

Fig. 2

de la entrada del sol, habiéndose fijado que esta elevacion es mayor, aunque ménos duradera, que la del primer máximum.

Segun el doctor Scoresby no se observan estos cambios sobre los mares polares, i advierte que es comun no hallar en ellos ninguna clase de electricidad atmosférica, lo que, a nuestro juicio, necesita mayores observaciones para poder confirmarlo.

El célebre astrónomo Quetelet ha presentado al mundo científico las siguientes conclusiones que le han sujerido veinte años de contínuas observaciones (1).

1.ª La electricidad del aire, estimada a una altura igual, sufre una variacion diurna que presenta jeneralmente dos máximums i dos mínimums;

2.ª Los máximums i mínimums se cambian segun las diferentes estaciones del año;

3.ª El primer máximum llega en verano a las 8 A. M. i a las 10 en invierno. El segundo máximum se observa a las 9 P. M. en verano i a las 6 P. M. en invierno. El espacio de tiempo que separa a ámbos máximums es de 13 horas en la época de los solsticios de verano i de 8 horas en los solsticios de invierno;

4.ª Los mínimums corresponden a las 3 P. M. en verano i a la 1 P. M. en invierno. (El autor dice que no establece la marcha de los mínimums de la noche por ser insuficientes las observaciones).

Veamos ahora los siguientos cuadros de observaciones que deducimos de las anotaciones hechas por el astrónomo de Montsouris Marie Davy, en el decenio correspondiente a 1876-85 i que fueron verificadas con el electrómetro Thomson Branly:

---

(1) QUETELET.—*Resumé des Observat. sur Metéorologique.*—Bruxelles.
ID.—*Tables d'Electricité.*—Bruxelles
ID.—*Annuaire Metéorologique.*—Id.
ID.—*Metéorologie de la Belgique comparée a celle du globe.*—Id.
ID.—*De l'atmosphère en général.*—Id.
ID.—*Sur le climat, etc.*—Id.

PROMEDIO DE TENSION ELÉCTRICA

27	de	Julio	a	2	de	Agosto........................	+ 79
3	"	"	"	9	"	"	408
10	"	"	"	16	"	"	348
17	"	"	"	23	"	"	78
24	"	"	"	30	"	"	97
31	"	"	"	6	"	Setiembre........................	77
7	"	Setbre.	"	13	"	"	19
14	"	"	"	20	"	"	9
21	"	"	"	27	"	"	34
28	"	"	"	4	"	"	18

Máximum

27	de	Julio	a	las	9	P. M........................	+ 673
6	"	Agosto	"	"	9	A. M........................	1,720
11	"	"	"	"	9	P. M........................	1,475
17	"	"	"	"	6	" "	1,093
25	"	"	"	"	3	" "	480
31	"	"	"	"	6	" "	330
13	"	Setbre.	"	"	3	" "	178
19	"	"	"	"	3	" "	140
22	"	"	"	"	3	" "	1150
2	"	Octubre	"	"	3	" "	945

Mínimum

28	de	Julio	a	las	3	P. M........................	— 98
8	"	Agosto	"	"	3	" "	263
12	"	"	"	"	9	A. M........................	1,000
18	"	"	"	"	6	" "	1,275
30	"	"	"	"	12	M.	13
1.°	"	Setbre.	"	"	3	P. M........................	103
7	"	"	"	"	3	" "	1,613
20	"	"	"	"	9	A. M........................	53
26	"	"	"	"	3	P. M........................	25
30	"	"	"	"	9	A. M........................	161

Otro de los fenómenos que es necesario indicar es la mutacion de estos máximum i mínimum en relacion con la sequedad o humedad del medio ambiente. A este respecto se ha llegado a la siguiente lei:

Durante la mayor parte del año, i sobre todo en verano, el máximum i mínimum del potencial eléctrico se correlaciona con la disminucion de la humedad atmosférica, así como el máximum i el mínimum de humedad corresponde igualmente a una disminucion de electricidad. En invierno se observa la proposicion inversa.

Los siguientes cuadros esplican este hecho:

Meses frios

Máximum de electricidad, humedad ordinaria, cielo despejado.

Mínimum de electricidad, humedad ordinaria, cielo cubierto.

Máximum de humedad, aumento de electricidad, neblinas.

Mínimum de humedad, aumento de electricidad, cielo sereno.

Meses templados i cálidos

Máximum de electricidad, poca humedad, cielo despejado.

Mínimum de electricidad, poca humedad, cielo despejado.

Máximum de humedad, poca electricidad, cielo cubierto.

Mínimum de humedad, poca electricidad, cielo sereno.

El doctor Turley, de Worcester, ha publicado en diversas revistas inglesas los números proporcionales que damos a continuacion respecto a las oscilaciones de potencial eléctrico durante el año:

Enero....................................	605°
Febrero............	378

Marzo	201
Abril	141
Mayo	84
Junio	47
Julio	40
Agosto	78
Setiembre	82
Octubre	188
Noviembre	282
Diciembre	569

CAPÍTULO VII

PRINCIPALES OBSERVACIONES UNIVERSALES SOBRE EL POTENCIAL ELÉCTRICO I SUS VARIACIONES EN TIEMPO SERENO

Los mas constantes esperimentadores i que por mas largo tiempo han insistido en este estudio, son las astrónomos Quetelet i Palmieri, directores de los Observatorios de Bruselas i de Nápoles, respectivamente.

La base de estos conocimientos pertenece en gran parte a estos autores, que unidos a los otros investigadores señalados, forman un continjente importante que nos es forzoso recordar a los que deseamos profundizar el capítulo interesante de que nos ocupamos.

Para comprender mejor esta materia y conocer hasta dónde se ha progresado en el estranjero, espondremos unos cuantos resúmenes de los mas comprensivos, que nos ayudarán ademas a demostrar esta parte, no mui estudiada entre nosotros, de la literatura médica.

En las cartas científicas dirijidas al profesor Lamont por Quetelet, se estudia un promedio de las variaciones anuales anotadas en cuatro de los principales observatorios europeos, como se lee en los siguientes cómputos:

Meses	Bruselas	Kew	Munich	Gantes
Enero	518°	182°.4	6°.34	58°
Febrero	333	179.3	5.98	37
Marzo	169	58.2	5.18	21
Abril	105	40.7	5.04	9
Mayo	81	41.3	2.56	5
Junio	40	26.8	3.11	7
Julio	42	31.8	3.15	18
Agosto	62	28.5	3.03	11
Setiembre	74	31.0	2.83	9
Octubre	140	65.1	3.59	23
Noviembre	230	80.5	5.51	54
Diciembre	412	126.3	7.20	44
EL AÑO	184	74°.3	4°.29	25

Resulta de este cuadro que los potenciales eléctricos correspondientes a los meses del invierno con relacion a los del verano, están en la proporcion de 12 : 1 en Bruselas i en Gantes, de 6 : 1 en Kew i de 2 : 1 en Munich.

De las observaciones verificadas en Bruselas durante 20 años, 1845-64, deducimos el siguiente promedio jeneral de potencial eléctrico:

Enero	50°
Febrero	55
Marzo	44
Abril	27
Mayo	26
Junio	18
Julio	21
Agosto	27
Setiembre	29
Octubre	42
Noviembre	44
Diciembre	53

En los años que abarca el anterior resúmen, el promedio del

potencial eléctrico menor se encuentra en el año 1852, i el mayor en el año 1864, con los números 26 i 38 respectivamente. En este cuadro no se ha tomado en cuenta el potencial negativo.

En todas las espresiones gráficas anteriores el potencial eléctrico está escrito en grados o en números proporcionales correspondientes a las unidades voltios.

Recordaremos tambien que el número 2,000 de la escala relativa al signo + corresponde al grado 72.5 del electrómetro, que es el valor mayor que regularmente rejistran estos aparatos, para observaciones en tiempo sereno.

Las oscilaciones, ya sean a derecha o a izquierda, son mas vastas durante el mal tiempo i muchas veces no guardan proporcion ni obedecen a ninguna regla.

En 42 años de observaciones i en 15,000 curvas, el astrónomo Palmieri ha comprobado perfectamente estos fenómenos

Por su parte, Quetelet, en 20 años de anotaciones cuotidianas, encontró solamente 23 veces el potencial eléctrico negativo bajo una atmósfera serena. Un hijo de este mismo astrónomo, que efectuó tambien pacientes investigaciones en igual sentido, anotó en el mes de Enero de 1866 tres veces el potencial negativo en dias de sol espléndido. Dicho observador advierte que dichos potenciales de signo – coincidieron con un gran incremento de casos de cólera durante la epidemia que por aquella fecha invadia a Bruselas i a los paises limítrofes.

El profesor Birt, (1) Director del Observatorio de Kew, en 15,170 observaciones de potencial eléctrico de la atmósfera, encontró 14,515 veces el +, i el — solamente 665 veces.

Los aeronautas están contestes en asegurar que a mas de 2,000 metros de altura es comun el potencial negativo, i así está especificado en todas las curvas sintéticas que hemos visto de este estudio.

El cuadro de Quetelet, que va a continuacion, espone un resúmen metódico i comparativo entre los fenómenos atmosféricos i el potencial eléctrico segun promedio jeneral de la Béljica:

---

(1) M. H. Scoutetten. — *Memoire sur l'électricité atmosphérique et sur la formation des météores aqueuses. Comtes Redus de l'Academie de Scienc.* Paris. —Tom. XLII.

MESES	GRADOS DE ELECTRICIDAD EN UN CIELO		Relacion entre estos números	ESTADO BAROMÉTRICO CUANDO LA ELECTRICIDAD ESTÁ		Diferencia de los núms. precedentes	INTENSIDAD RELATIVA DEL VIENTO		Relacion de los dos números precedentes
	sereno	cubierto		superior a la media	inferior a la media		Máximo diurno	Mínimo diurno	
Encro.........	1133	268	4.23	758.56	754.84	3.72	339	206	1.27
Febrero.......	493	220	2.24	57.02	55.61	1.41	288	180	1.60
Marzo.........	261	129	2.01	57.85	52.08	5.77	422	231	1.83
Abril..........	149	71	2.09	52.52	51 17	1.35	314	126	2.50
Mayo..........	63	46	1.39	56.07	55.54	0.55	360	148	2.43
Junio..........	37	36	1.03	56 40	55.74	0.66	323	113	2.88
Julio..........	35	41	0 85	57.00	57.26	0.26	328	141	2.32
Agosto.......	64	56	1.14	55.25	54.43	0.82	338	149	2.77
Setiembre....	78	42	1.86	57.36	56.42	0.84	282	98	2.88
Octubre.......	168	75	2.24	56.44	52.09	4.35	400	229	1.74
Noviembre..	226	109	2.04	57.10	52.96	2.14	379	270	1.40
Diciembre....	571	181	3.15	57.06	55.56	1.50	327	226	1.44
EL AÑO...	273	106	2.56	756.55	754 65	1 90	4051	2258	1.79

Uno de los esquemas que presenta mas irregularidades de potencial, es el que corresponde a observaciones tomadas en el Parque de San Mauricio, de Paris; ahí se anotan potenciales de—20 i —25 a las 2 i 3 de la madrugada, para ascender al signo + 15 i + 20 repetidas veces durante el dia, i volver al signo — con oscilaciones dentro de esta misma escala a las 5, 6, 9, 10 i 11 de la mañana, repitiéndose tales desviaciones a las mismas horas correspondientes de la tarde i de la noche.

En el *Boletin Meteorolójico de Gántes*, se ve por la inversa mucha homojeneidad en las curvas i números proporcionales. Así, por ejemplo, el término medio del potencial anual no sale de los guarismos 12, 13 i 15, salvo mui raras escepciones. En cuanto a las variaciones mensuales, éstas fluctúan entre los números 20, 22 i 25 en invierno, por escepcion 32; i de 4, 6, 7 i 8 en verano. Las presiones barométricas, las declinaciones magnéticas i la fuerza de los vientos marchan en curvas paralelas en la indicada ciudad. Tomando un promedio de las diversas curvas diarias hechas a las 12 M. en Bruselas, desde los años 1844 a 1852 inclusive, se llegó a constituir el siguiente cuadro:

MESES	Medias de los grados observados en el electrómetro										Medias de los números proporcionales									
	1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	Medias	1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	Medias
Enero	...	50	50	63	50	38	50	50	34	48	...	471	562	957	487	184	518	446	193	477
Febrero	...	55	45	45	44	36	40	51	31	43	...	548	256	413	295	163	188	470	124	307
Marzo	..	44	26	47	36	29	32	28	27	34	...	262	95	282	164	100	173	106	89	159
Abril	...	27	23	30	27	18	17	27	21	24	...	93	94	221	155	39	40	95	52	99
Mayo	...	26	19	21	18	16	19	21	10	19	...	163	49	67	59	32	145	53	16	73
Junio	...	18	18	18	18	13	14	19	14	16	...	51	39	47	48	27	25	45	24	38
Julio	...	21	14	18	22	14	12	20	14	17	...	58	33	43	61	25	22	50	30	40
Agosto	28	27	22	6	24	20	22	21	24	21	90	89	57	11	64	47	84	53	64	59
Septiembre	29	29	23	17	24	24	28	24	28	25	91	95	62	39	63	69	96	65	152	80
Octubre	31	42	26	30	32	33	36	29	26	32	110	299	98	107	120	130	153	104	90	138
Noviembre	33	44	41	35	36	43	35	50	39	40	127	334	274	160	152	298	162	395	208	248
Diciembre	46	53	57	48	45	38	45	36	45	46	340	742	799	356	281	303	272	201	280	404
MEDIA		35	30	31	31	27	29	31	26	30	...	267	202	225	162	118	156	174	110	177
	Grados equivalentes										...	49°	44°	46°	39°	34c	38°	41°	32°	41°

Tomando un promedio jeneral de la faja central europea, correspondiente a los grados 40 a 52 de latitud, se observan los números siguientes, segun las indicaciones deducidas de los años 1861 a 1870:

MESES	Medias de los grados observados en el electrómetro										Media	Medias de los números proporcionales										Media	Grados correspondientes
	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870		1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870		
Enero..........	65	58	49	56	44	45	48	47	50	45	50	720	470	449	677	261	258	457	416	426	527	424	57°
Febrero........	39	48	52	49	42	36	38	46	44	51	44	160	250	416	412	263	157	195	349	336	545	308	22
Marzo..........	39	40	36	39	32	35	35	36	34	57	36	160	168	228	193	137	146	144	153	140	126	156	38
Abril............	27	32	29	30	26	22	26	30	26	29	26	76	107	106	115	74	55	78	107	84	109	90	30
Mayo............	29	28	19	20	20	17	26	25	28	28	24	88	82	70	49	51	39	75	70	90	89	70	26
Junio............	27	22	22	18	18	14	23	18	18	23	20	76	50	55	38	40	27	60	41	45	67	50	22
Julio............	30	27	16	16	19	26	28	22	24	21	22	94	76	34	30	48	77	70	59	66	58	61	24
Agosto..........	27	24	28	21	24	27	22	25	25	26	25	76	60	92	122	75	86	54	75	74	75	78	37
Setiembre......	28	29	29	24	25	29	26	29	25	32	27	82	88	112	66	75	97	80	100	71	116	92	30
Octubre.........	42	37	38	28	27	34	36	40	24	39	34	185	144	170	93	89	131	154	211	139	164	148	36
Noviembre.....	56	44	52	43	39	39	46	42	47	46	45	408	204	582	226	272	184	284	230	438	301	315	52
Diciembre......	54	55	49	44	44	40	54	45	55	54	49	355	333	466	254	242	257	719	260	760	559	418	56
MEDIA......	38	57	35	32	30	30	34	34	33	36	33	207	169	231	189	135	124	196	172	222	217	182	
	Grados correspondientes.....											44°	40°	47°	42°	36°	34°	43°	41°	46°	45°	42°	

Las esperiencias organizadas por el Bureau Central Metéorologique de Paris (1) con el concurso del Consejo Municipal de esta misma ciudad i verificadas en la torre Eiffel, son mui dignas de tomarse en consideracion en estudios comparativos como el de esta seccion.

El potencial eléctrico se tomó segun las indicaciones de Thomson, con la ayuda de un pequeño chorro de agua lanzado por la estremidad de un tubo horizontal que sobresalia 1.60 m. fuera de la torre; la vasija de agua se colocó sobre un aislador de tres tubos de cristal aislados con una masa de azufre recubierta de parafina; el total del aparato, al cual se le habia agregado el inscriptor fotoautomático de Mascart, estaba colocado a la altura de 285 metros sobre una de las arcadas que sostiene la linterna del faro. El esquema núm. 3 apunta las observaciones simultáneas hechas en la torre i en la Oficina Central Meteorolójica.

Hizo presente el señor Chaveau que para poder tomar potenciales superiores a 3,000 voltios, que es el máximum que puede leerse en los aparatos Thomson, i «a falta de un instrumento que parece no haberse aun inventado bajo una forma apropiada para observaciones de la electricidad atmosférica, nosotros hemos podido por un sencillo artificio utilizar el electrómetro de cuadrante para la medicion de mui altos potenciales, dejando la sensibilidad de este aparato en sus límites ordinarios. Basta para esto colocar entre la fuente i el electrómetro una cascada de pequeños condensadores mui aislados. Haciendo variar el número de los elementos de la cascada se puede dar a la aguja la fraccion que se desee del potencial primitivo.»

Como se ve en la gráfica de mas arriba, el mínimum de la mañana se produce exactamente a las 4 A. M., es decir, un poco ántes de la salida del sol, tanto en la torre como en la oficina. El máximum de la tarde es a las 6.30 P. M. en la torre, lo que equivale al avance de 1 hora 15 minutos al del anotado en el local de la Oficina Meteorolójica.

Las dos curvas ponen de manifiesto la existencia de un má-

---

(1) A. R. CHAVEAU.—*Sur la variation diurne de l'électr. atmosph. observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel Comtes Rendus.* 1893.

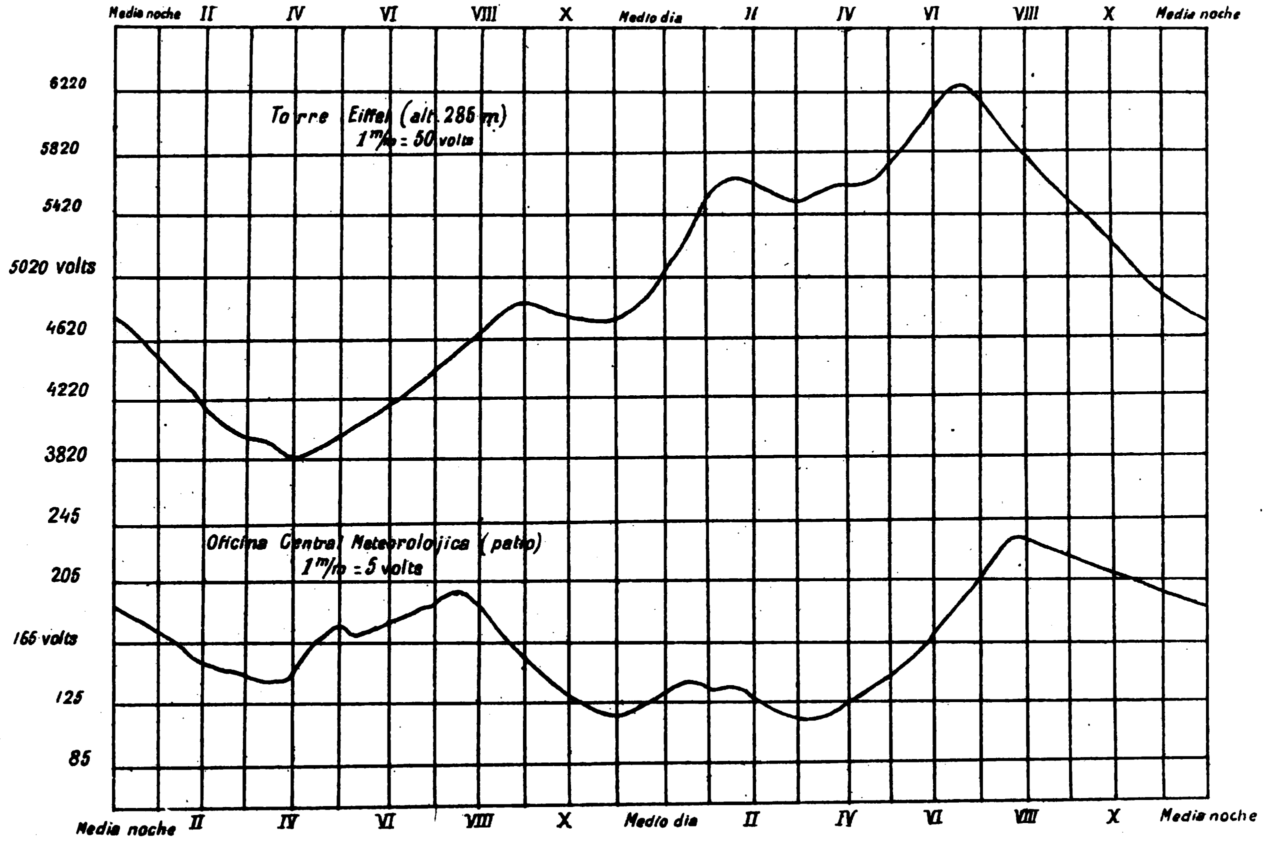
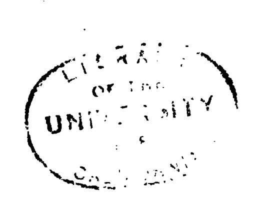

Media noche
II
IV
VI
VIII
X
Medio dia
II
IV
VI
VIII
X
Media noche
6220
5820
5420
5020 volts
4620
4220
3820
245
205
166 volts
125
85
Torre Eiffel (alt. 285 m)
1 m/m = 50 volts
Oficina Central Meteorolojica (patio)
1 m/m = 5 volts

Fig. 3



ximum relativo a medio dia, de 1 a 2 P. M. Estas oscilaciones secundarias indicadas anteriormente i en la misma forma por Mascart despues de las clásicas observaciones efectuadas en el colejio de Francia, han sido confirmadas en los Observatorios de Greenwich i Perpignan.

Las observaciones que corresponden al Observatorio de Lyon i a los de otras capitales, han acusado la carencia de las referidas oscilaciones intermediarias, es decir, la existencia de un solo máximum i un solo mínimum, lo que no está de acuerdo con las conclusiones i cuadros de los principales investigadores que hemos apuntado anteriormente (1).

Estimamos que las anotaciones i gráficas deducidas de la serie de observaciones que hemos recojido en la literatura médica i que hemos procurado presentar en síntesis, son mas que suficientes para dejar demostrado el cuadro que nos propusimos trazar sobre las variaciones universales del potencial eléctrico de la atmósfera i sus mutaciones en tiempo sereno.

CAPÍTULO VIII

ELECTRICIDAD DE LA ATMÓSFERA EN TIEMPO ANORMAL

A).—Variaciones del potencial eléctrico en tiempo cubierto, de lluvias, nieve, tempestad, etc.

Hemos señalado ya cuál es el potencial normal de la atmósfera i de la superficie terrestre i sus variantes dentro de un cielo sereno. Vamos a estudiar ahora las modificaciones que se presentan en las condiciones anormales del espacio.

Si examinamos un electrómer.tro de lectura directa, en un dia despejado, de potencial positivo, i si vemos que en la aguja comienza a oscilar i a inclinarse hácia la escala de signo negativo, sin que haya ningun fenómeno estraordinario que veamos como causa de dicha mutacion, podemos colejir que en una

(1) MASCART. Nota presentada a la Academia de Ciencias de Paris.— *Comtes Rendus*. Tom. CXVII. 1893.

zona próxima que no abarca nuestro horizonte se ha producido una lluvia que, lo mas comunmente, avanza hácia el punto de observacion. Esta influencia puede manifestarse hasta 50 o 60 kilómetros de distancia de las nubes que se han resuelto en lluvia, granizo o nieve. No es comun la comprobacion de este fenómeno miéntras no se hayan resuelto en lluvia, aunque estén electrizadas negativamente.

En el lugar de formacion de las nubes el potencial eléctrico es elevadísimo, el cual baja tan luego como se completa la referida formacion.

Si seguimos leyendo en el electrómetro i si observamos al mismo tiempo el avance de las nubes, vemos que las oscilaciones negativas ceden su lugar a una estabilidad de potencial positivo una vez que se ha desarrollado la lluvia. Terminado el aguacero vuelve la aguja a marcar signo negativo, para regresar a sus variaciones normales dentro de una escala de signo positivo, una vez que las nubes se han alejado hasta afuera de la zona de influencia indicada.

Las notables esperiencias de Palmieri (hechas en el Observatorio del Vesubio a 637 metros sobre el nivel del mar en conexion telegráfica con los Observatorios de Capodimonte, a 149 metros de altura, i de la Universidad de Nápoles a 57 metros, verificadas sin interrupcion desde 1848 hasta 1892, i que están consignadas en el *Boletin de la Academia de Ciencias* de Nápoles), han alcanzado un alto valor científico por el cúmulo de datos referentes, tanto a los fenómenos normales como a los irregulares de la atmósfera.

Respecto de estos últimos accidentes, dicho autor ha establecido la lei siguiente:

En el punto en que llueve existe una fuerte manifestacion de electricidad positiva, rodeada de una zona de electricidad negativa, la cual, a su vez, está seguida de otra de electricidad positiva, hallándose el límite entre las dos zonas a la tension 0 (1).

Espresando gráficamente esta lei se ha formado el esquema que representa la fig. 4.

---

(1) L. Palmieri.—*Lois et origines de l'électricité atmosphérique Note à l'Academie de Sciences de Naples.*

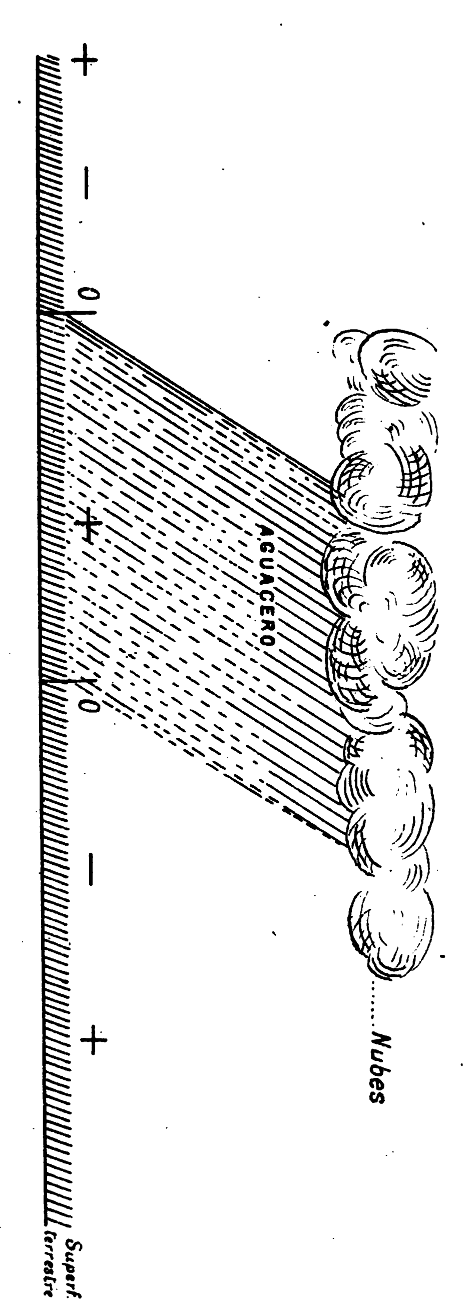


Fig. 4


THE
RITY

En esta figura se demuestran perfectamente las diversas zonas correspondientes a diversos potenciales bajo la influencia de una lluvia.

Franklin observó nubes tempestuosas cargadas con electricidad tanto de signo + como de signo —.

Respecto al oríjen de estos fenómenos se ha recurrido para esplicarlos a hipótesis variadas, que la ciencia aun no ha podido determinar con exactitud.

Se ha dicho que las nubes electrizadas positivamente toman dicho fluído al medio ambiente, i que las cargadas con signo contrario lo toman del suelo. Schubler, Tralles i Volta dijeron que en la evaporacion de gotas de agua, al atravesar un aire seco, tomaban los vapores la electricidad de signo + i las gotas o rocío el signo opuesto.

Cerca de las cascadas se han investigado fenómenos análogos en la multitud de gotas de agua que salpican, notándose en el suelo de los alrededores el aumento del potencial negativo durante las grandes evaporaciones, así como en la altura acrece el potencial positivo, debido a la influencia de los vapores acuosos.

En esperiencias de gabinete i produccion artificial de lluvias (por sumersion de electrodos de alta tension) se han notado tambien análogas influencias.

Investigaciones de Julio Elster i Hans Geitel (1) dan el signo — a las gotas de lluvia, segun leyes jenerales de esta manifestacion, para los cuerpos que caen; pero, observan, que influenciadas dichas gotas por el medio positivo dominante, toman tambien dicho signo i llegan a constituir una regulacion jenérica del potencial observado.

Toda nube que se resuelve en lluvia es una fuente de electricidad i tanto mas cuando se cargan poderosamente produciendo fenómenos luminosos, rayos, tempestades, etc.

El potencial de las nubes tempestuosas está en proporcion directa con su resolucion en fenómenos físicos.

Hemos visto en otro lugar la influencia en el aumento de potencial que se ejerce por la acumulacion de humedad ambiente, i cuya contraprueba se establece por la misma sequedad del verano i la disminucion de la tension durante este solsticio.

(1) *La Lumière Electrique.* Tomo XI. *Origine de l'électricité, &c.*

Cuando estas rápidas evaporaciones del verano se condensan i forman nube, hai en las altas rejiones atmosféricas una fuente poderosa de fluídos eléctricos provenientes, en primer lugar, segun Palmieri, de la condensacion de vapores. Algunos investigadores han observado esperimentalmente en gabinetes, que la produccion de estas condensaciones desarrollan cantidades proporcionales de signo contrario que se atraen, por tanto, i se resuelven en variados accidentes atmosféricos.

Las teorías de Leiconi, de Turin i de Andriés, de Wilheinsharen, dan a la electricidad propia de las nubes un desarrollo ocasionado por el choque o el frote de las gotas condensadas o de las agujas o cristales de nieve contra el aire húmedo de las rejiones por donde circulan. Seria un caso de trasformacion de la fuerza viva en electricidad análogo a los fenómenos anotados por Faraday al estudiar las máquinas hidro-eléctricas, i mas recientemente por M. Cailetet en los de su aparato productor de ácido carbónico en nieve.

M. Charles André insiste en la diversidad de fenómenos eléctricos que se presentan durante la lluvia i los que son propios de las neblinas, granizos i nevazones; en el primer caso serian de constitucion eléctrica negativa, i positiva en el segundo (1).

Se ha discutido mucho si las nubes están solo electrizadas en su superficie, o si contienen masas electrizadas en todo su espesor.

Las nubes, segun Palmieri, no tienen electricidad propia, sino que la tienen por influencia de otras nubes que a la distancia se resuelven en lluvia, o en lluvia mayor si es que tambien producen aguacero las primeras nubes observadas.

Las grandes producciones de electricidades de signo contrario que dan lugar a descargas disruptivas, etc., forman condensaciones contínuas, intermitentes o aisladas que sirven de oríjen a accidentes proporcionales que anota el electrómetro i que influyen poderosamente en la naturaleza animal, como lo veremos mas adelante.

---

(1) Ch. André.—*Relations des phenomènes météorologiques. Observatoire de Lyon.*

El manantial de electricidad que se forma durante las tormentas celestes es igual al producido por las máquinas estáticas de las cuales se obtiene una débil cantidad de electricidad con un elevadísimo potencial.

En las tempestades de las altas rejiones el aire corre con velocidades enormes, forma cauces, si se nos permite la espresion, en diversas direcciones, que determinan corrientes ascendentes o descendentes, torbellinos i ciclones, que a su vez son causa en aquellas rejiones frias de los contra-alicios de fuentes de movimiento, calor, luz i electricidad, que, acarreadas a nuestra atmósfera i a la tierra, producen los fenómenos inherentes a los potenciales eléctricos positivos o negativos, que apreciamos, pero que aun no esplicamos correctamente.

Siguiendo con las observaciones directas del potencial en tiempo cubierto, llegamos a estas conclusiones:

No todas las nubes tienen igual influencia sobre la aguja del electrómetro;

Los nimbus la influencian en sentido negativo;

Los cúmulus, en cielo sereno, dan potencial negativo al pasar por el cenit; si pasan por capas mas bajas, dan signo positivo;

Los cirrus estratus elevados dan tambien potencial positivo;

Las brumas suministran altas tensiones de signo positivo;

El granizo da siempre potencial negativo;

La nieve da potencial positivo elevado, principalmente si las masas de nubes son considerables i están comprimidas. (Algunos observadores presentan curvas con potencial negativo.)

Peltier decia que, por regla jeneral, las nubes blancas traen influencia eléctrica vítrea, i resinosa las grises. Esta misma observacion ha hecho Pietra-Santa, jeneralizando tambien la electricidad vítrea a las nubes rosadas i anaranjadas (1).

El siguiente resúmen abarca las observaciones hechas por Quetelet en Bruselas, correspondientes a dieziseis años, 1846-61, inclusives (2).

---

(1) PROSPER DE PIETRÉ-SANTA.—*Essaie de climatologie*, Paris, 1385.

(2) AD. QUETELET.—*Météorologie de la Belgique comparée à celle du Globe*. Bruxelles.

ID.—*De l'atmosphère en général*.—Bruxelles.

ID.—*Sur le Clemat*.—Bruxelles.



MESES	Electricidad sin lluvia ni nieve		Electricidad con lluvia i nieve		Cargas de electricidad	Electricidad con tempestad		Cargas de electricidad
	+	—	+	—	+ en jeneral	+	—	— en jeneral
Enero	32	2	5	7	37	3	2	14
Febrero	12	...	3	1	15	...	...	9
Marzo	1	...	2	10	3	3	...	14
Abril	1	1	5	12	6	8	...	24
Mayo	1	1	7	22	8	12	3	37
Junio	...	...	3	8	3	2	4	16
Julio	...	...	...	11	...	5	6	28
Agosto	1	...	1	9	2	4	5	26
Setiembre	...	3	3	6	3	2	2	11
Octubre	6	...	6	8	7	5	3	25
Noviembre	8	...	4	2	12	1	...	15
Diciembre	29	...	8	6	37	1	2	9
1846 a 1861	91	7	47	102	133	46	30	226

Un observador aleman, el doctor Schubler, dice que la electricidad vítrea en las lluvias está en la proporcion de cantidad con la electricidad resinosa, en la rejion central i meridional de Alemania :: 100 : 155.

El profesor Hemmer, de Manhein, ha publicado la proporcion de 100 lluvias con potencial positivo i 108 con potencial negativo.

En las zonas tropicales las curvas de observacion son mui accidentadas.

Las observaciones de la aguja electrométrica son, por regla jeneral, proporcionales al conjunto de mutaciones meteorolójicas.

En donde hai mayores evaporaciones i por consiguiente mayor jeneracion de fluídos positivos, como sucede en los climas cálidos, las tempestades son mas frecuentes, el potencial eléctrico es siempre mas alto i mas agudas todas las influencias climatolójicas.

2.—*Relacion de los fenómenos eléctricos de la atmósfera con las variaciones barométricas i los vientos*

Las indicaciones del electrómetro están, por regla jeneral, en concordancia con las señaladas por el barómetro. Ambos instrumentos sobrepasan juntos la línea habitual media i descienden tambien en sus anotaciones con igual analojía.

Las influencias de la presion atmosférica en relacion con las modificaciones de la temperatura, de los vientos, de la humedad i de la declinacion magnética, es posible que formen líneas correlativas con las del potencial eléctrico sometidas a leyes que no tienen aun un valor absoluto.

El barómetro está mas alto miéntras mas elevado es el potencial positivo de la atmósfera en tiempo sereno.

Las diferencias sensibles que se manifiestan en los meses frios disminuyen en los de verano.

Cuando el electrómetro marca el signo negativo, el barómetro a su vez está mas bajo que el del tiempo normal.

Las variaciones de la presion atmosférica, dice Peltier, tienen íntima conexion con los diversos fenómenos de nuestro medio ambiente (1). I para citar una sola de estas correlaciones, toma como punto de partida el que los vapores, formando compuestos de partículas que tienen cada una su electricidad propia del mismo sentido, se repelen mutuamente i son atraidas por la influencia negativa del globo terrestre, acercándolas, atrayéndolas, influenciando en la densidad, es decir, en la cantidad que se halla en un volúmen dado de agua; i formando en el caso opuesto, si el potencial fuera de signo negativo, repulsiones ejercidas por la tension terrestre, alejando las partículas acuosas i disminuyendo en consecuencia la densidad; dando como resultado en el primer caso un aumento de la presion barométrica, i una disminucion en el segundo. El citado autor busca con esta dilucidacion el darse cuenta de las diferencias barométricas regulares o irregulares que se presentan

---

(1) PELTIER.—*Recherches sur les phenomènes atmosphériques. Note à l'Academie de Sciences de Paris.*

con las latitudes, los climas i estaciones i ver hasta dónde puede llegar dicha correlacion con los fenómenos tanto productores como propios de la tension eléctrica de la atmósfera.

En el cuadro comparativo que a este respecto hemos delineado mas atras, se ven con claridad los puntos de contacto que existen entre las alzas i bajas barométricas i el aumento o disminucion del potencial, así como tambien se especifican los números medios indicados por el anemómetro

Las relaciones con los vientos han dado lugar a observaciones interesantes, de las cuales daremos a conocer las mas importantes.

Por regla jeneral, el potencial eléctrico de la atmósfera disminuye en las rejiones donde son comunes los vientos.

Se ha visto que se presentan con anterioridad de 8 hasta 15 horas, ántes de fuertes ráfagas de viento, oscilaciones que hacen aumentar hasta alrededor de un tercio el número medio de la tension eléctrica comun.

Las oscilaciones ascendentes del electrómetro ántes de las tempestades con viento, relámpago i truenos, aumentan gradualmente hasta horas ántes de la aparicion de dicho fenómeno. Durante las ráfagas, la posicion de la aguja indicadora es completamente arbitraria.

En los meses de verano, cuando los vientos secos hacen mas rápida i abundante la evaporacion, se nota una marcada disminucion de la tension positiva i otras veces cede su lugar a la de signo contrario.

Por lo que hace a los vientos frios en jeneral, parece que éstos aumentan la tension positiva, sosteniéndola por encima del promedio ordinario.

Los vientos húmedos dan manifestaciones eléctricas de mayor intensidad.

En las observaciones hechas en nuestro hemisferio sur, a la inversa de lo anotado en Europa, la electricidad del aire i sus relaciones cósmicas de mayor intensidad se producen en estaciones diferentes como se ha observado en Chile en las investigaciones aun escasas sobre esta materia i que corroboran lo apuntado por la comision científica que se estableció en el Cabo de Hornos durante el año 1882. El máximum i el mínimum

del potencial puede observarse indiferentemente con uno u otro viento reinante; no obstante, se conocen algunas escepciones mas comunes, como, por ejemplo, con el viento ENE. con el cual se han anotado 1 máximum de tension por 6 mínimum. Bajo la influencia del viento NW. i WNW. se han observado 8 tensiones máximas por cada 1 mínima.

En cuatro años de observaciones, Kaemtz encontró mui pocas de signo negativo, coincidiendo todas ellas con viento W.

El viento SW. presenta tambien mas conmunmente signo negativo.

El máximum mas elevado corresponde jeneralmente a la graduacion peculiar a los vientos NW. i W. NW.

Hemmer en Manheim, i Schübler en Berlin, se han fijado en un mínimum i un máximum, anotado el primero entre el S. i SW. de la rosa i el segundo con el viento N.

Siguiendo otras observaciones en relacion con las lluvias, los autores acabados de citar, designando por 100 el número de lluvias con potencial + en proporcion con cada viento, llegaron a constituir el siguiente cómputo correlacionado con lluvias de potencial — como se ve en seguida (1):

La proporcion de lluvias + corresponde al número 100	Observacion de Schübler	Observacion de Hemmer
N.	91	52
NE.	109	75
E.	166	95
SE.	175	95
S.	260	101
SW.	232	117
W.	145	106
NW.	128	67

Las observaciones que se refieren a Chile serán ncluidas en el lugar correspondiente.

(1) Kaemtz. Obra citada.

C.—Relacion de los fenómenos eléctricos de la atmósfera con las variaciones de la aguja magnética

Sabemos lo que es un iman. Ahora bien, es conveniente recordar que los imanes movibles sostenidos por hilos finos o por soportes verticales, toman siempre una direccion fija que no es la misma de la del meridiano de cada lugar; i que los planos verticales correspondientes a los dos estremos del iman movible, se denominan *planos magnéticos* del lugar, i que el ángulo que este meridiano magnético forma con el meridiano jeográfico, es lo que los físicos llaman *declinacion de la aguja imantada*, la cual aumenta proporcionalmente desde el ecuador hácia los polos terrestres. La inclinacion de la aguja imantada (que aumenta en la misma relacion que la indicada para la declinacion), es el ángulo que una aguja magnética hace con el eje horizontal sobre el cual está su mismo centro de gravedad, siempre que el plano vertical en que actúa coincida con el meridiano magnético.

La tierra está surcada por corrientes eléctricas que marchan de oriente a poniente, segun las clásicas esperiencias de Ampère i Faraday.

Oersted comprobó, el primero, el hecho de que las corrientes eléctricas producian variaciones i cambios de direccion en las agujas imantadas movibles. Ampère investigó las leyes que gobiernan tales mutaciones.

La masa terrestre con sus actuaciones electro-magnéticas, imprime como es sabido una accion directriz a los imanes i agujas móviles. Las corrientes de induccion que surcan por la superficie del globo influyen en los cambios de la declinacion magnética.

Las observaciones hechas en muchos observatorios astronómicos ponen de manifiesto que el mínimum mas bajo del potencial eléctrico de la atmósfera corresponde a las horas del máximum de la declinacion magnética.

El profesor Barlow, investigando el oríjen de los fenómenos de la declinacion de las agujas imantadas, que él atribuye como factor principal a fuerzas eléctricas, se figura a la tierra

como un inmenso solenoide cuya línea neutra está en el ecuador magnético, i cuyos polos corresponden, salvo lijera desviacion, a los de los polos del planeta.

Las discusiones múltiples a que ha dado lugar el estudio inductivo de los fenómenos magnéticos, buscando sus causas, sus efectos i sus relaciones termo-eléctricas, como decia Ampère, o simplemente eléctricas como quieren otros autores, i mirando como fuentes de estos fenómenos a la accion del sol i de sus manchas, las que a su vez producirian las auroras polares segun la opinion de muchos astrónomos, pero que han sido desvirtuadas por el inmortal estudio de Lord Kelvin (el jenio fundador de la ciencia eléctrica), y buscando aun en los fenómenos seísmicos o cósmicos de cualquier naturaleza el móvil primero de tan importante i vasta conexion física, nos prueban que hoi por hoi no es aun posible llegar a la palabra absoluta de la ciencia.

No siendo posible dar a estas pájinas una estension desmesurada, pasaremos por alto, en este punto, la discusion teórica para llegar a un resúmen conciso de lo observado.

Las comparaciones de la relacion entre la declinacion magnética i el potencial eléctrico de la atmósfera, pueden resumirse para el centro del hemisferio europeo en los dos cuadros siguientes, que corresponden a los puntos estremos del invierno i del verano.

DECLINACION MAGNÉTICA I ELECTRICI

Fecha del mes	DECLINACION, ESCALA ARBITRARIA					DECLINACION, VALOR		
	9 de la mañana	12 M.	3 P. M.	9 P. M.	Media	9 A. M.	12 M.	3. P. M.
1	43,76	...	...	47,51	...	17°57′57″	...	...
2	...	43,49	...	...	...	...	17°58′35″	...
3	49,56	40,06	42,70	44,89	44,30	44 31	66 32	17°60′25″
4	43,88	43,97	44,22	44,16	44,06	57 41	57 28	56 53
5	42,61	42,27	43,20	46,91	43,75	60 37	61 24	59 15
6	43,61	43,27	43,70	44,61	43,80	58 18	59 5	58 6
7	42,87	42,91	42,70	45,02	43,37	60 1	59 55	60 25
8	43,72	42,05	43,41	43,87	43,26	58 3	61 55	58 46
9	42,76	43,09	...	...	...	60 16	59 30	...
10	42,74	42,64	43,51	44,68	43,39	60 19	60 33	58 32
11	43,90	43,17	43,45	44,71	43,81	57 38	59 19	58 40
12	43,90	43,34	44,04	44,41	43,92	57 38	58 56	57 18
13	44,00	43,25	43,49	44,23	43,74	57 24	59 8	58 35
14	43,74	42,90	43,45	44,27	43,59	58 0	59 57	58 40
15	43,67	43,57	43,55	44,50	43,82	58 10	58 24	58 27
16	44,37	43,57	...	...	...	56 33	58 24	...
17	44,28	43,29	43,48	44,30	43,84	56 45	59 5	58 36
18	44,39	43,26	43,05	44,52	43,80	56 30	59 7	59 36
19	44,38	43,11	43,72	44,57	43,94	56 31	59 28	58 3
20	44,36	43,66	43,40	44,55	43,99	56 34	58 11	58 47
21	44,00	42,92	42,32	44,52	43,44	57 24	59 54	61 18
22	44,10	43,45	42,94	44,19	43,67	57 10	58 40	59 51
23	44,10	42,32	...	...	...	57 10	61 18	...
24	44,18	43,13	42,70	44,30	43,58	56 59	59 25	60 25
25	44,26	42,87	43,41	44,18	43,68	56 48	60 1	58 46
26	44,48	42,98	43,04	43,75	43,56	56 17	59 46	59 37
27	42,84	41,61	41,34	43,15	42,23	60 5	62 56	63 34
28	44,25	42,21	42,05	44,64	43,29	56 49	61 33	61 35
29	44,26	41,31	42,00	43,83	42,85	56 48	63 38	62 2
30	44,76	...	...	...	...	55 38	...	...
31	44,56	43,54	43,73	44,31	44,03	56 6	58 28	58 2
Media.	44,10	42,83	43,14	44,44	43,63	17°57′10″	18° 0′ 7″	17°59′23″

DAD DEL AIRE.—PROMEDIO DE ENERO

ANGULAR		ELECTRICIDAD A MEDIO DIA		OBSERVACIONES
9 P. M.	Media	Grados observados	Núms. proporcionales	
17°49′16″	...	...	...	....
...	...	54	365	Aclarado, cirrus–cúmulus.
55 20	17°56′42″	*35*	*128*	Nublado, gris, finas gotas de lluvia.
57 2	57 16	25	65	Nublado, lluvia en la mañana.
50 39	57 59	57	438	Cirrus-stratus, halo.
55 59	57 52	67	980	Cubierto de nubes.
55 2	58 51	48	250	Cúmulus-stratus, viento.
57 42	59 6	35	128	Cúm. i cúm.-stratus, tempestad.
...	...	30	94	Nublado, viento.
55 49	58 48	59	505	Grandes cúm. i grandes masas de vapor.
55 45	57 50	58	470	Lijera neblina, cirrus-stratus.
56 27	57 35	*7*	8	Nublado, gotas de lluvia.
56 52	58 0	65	880	Vapores rápidos.
56 46	58 21	*15*	*24*	Lluvia.
56 15	57 49	33	114	Nublado, viento.
...	...	45	214	Partes claras en el cielo.
56 42	57 51	49	264	Id.
56 12	57 32	36	136	Nublado.
56 5	57 25	20	42	Nublado, viento frio del ESE.
56 8	58 42	31	100	Partes claras, viento frio.
56 12	58 10	30	94	Partes claras, cúmulus-stratus.
56 58	58 10	44	204	Nublado.
...	...	28	82	Id.
56 42	58 23	34	121	Nublado, viento frio de NE.
56 59	58 8	50	279	Sereno.
57 59	58 25	*47*	*237*	Nublado, gris, partículas de nieve.
59 22	61 29	64	795	Lijeramente nublado.
55 55	59 3	54	355	Sereno.
57 48	60 4	66	975	Cirrus-stratus orientados SE-NE.
...	...	...	...	Id.
56 41	57 19	47	237	Cirrus, viento.
17°56′22″	17°58′15″	45,2	327	

DECLINACION MAGNÉTICA I ELECTRICI

Fecha del mes	EECLINACION, ESCALA ARBITRARIA					DECLINACION, VALOR		
	9 A. M.	12 M.	3 P. M.	9 P. M.	Media	9 A. M.	12 M.	3 P. M.
1	46,84	43,50	43,25	45,29	44,72	17°50′49″	17°58′34″	17°59′ 8″
2	46,29	42,14	43,04	45,34	44,20	52 6	61 43	59 37
3	46,53	43,88	...	...	...	51 32	57 41	...
4	46,64	43,25	43,36	44,81	44,51	51 17	59 8	58 53
5	46,73	44,05	44,99	44,55	45,08	51 5	57 17	55 6
6	45,69	43,06	42,69	44,93	44,09	53 29	59 35	60 26
7	46,77	43,76	42.88	45,36	44,69	50 59	57 57	60 0
8	46,83	43,50	43,72	45,27	44,83	50 51	58 34	58 3
9	46,31	44,36	43,63	45,08	44,84	52 3	56 34	58 15
10	47,05	43,17	...	...	...	50 20	59 19	...
11	46,70	43,61	43,47	46,10	44,97	51 9	58 18	58 38
12	45,84	42,30	43,25	45,61	44,25	43 8	61 20	59 8
13	46,62	42,81	42,64	46,22	44,59	51 20	60 9	60 33
14	46,68	43,10	42,91	45,35	44,51	51 11	59 29	59 55
15	47,41	43,33	43,21	45,06	44,75	49 30	58 57	59 14
16	46,63	41,85	42,87	44,72	44,02	51 18	62 23	60 1
17	46,79	42,86	...	...	...	50 56	60 2	...
18	46,20	42,95	42,32	44,90	44,09	52 18	59 50	61 18
19	45,60	42,74	42,63	42,22	44,05	53 42	60 19	60 34
20	46,17	42,89	42,87	44,74	44,17	52 22	59 58	60 1
21	46,72	43,12	42,89	44,84	44,39	51 6	59 26	59 58
22	46,87	44,09	43,82	45,27	45,01	50 45	57 11	57 49
23	45,94	43,01	42,79	45,45	44,30	52 54	59 42	60 12
24	46,93	44,40	...	...	...	50 37	56 28	...
25	45,36	43,43	45,63	45,23	44,91	54 15	58 43	53 37
26	46 06	43,11	43,95	45,03	44,54	52 38	59 28	57 31
27	46,41	43,58	43,78	45,28	44,76	51 49	58 22	57 55
28	45,90	42,76	41,77	45,28	43,93	53 0	60 16	62 34
29	46,40	44,09	44,15	45.39	45,01	51 50	57 11	57 3
30	45,71	42,19	42,73	44,95	43,89	53 26	61 36	60 21
31	46,43	44,57	...	...	...	51 46	56 5	...
Media.	46,36	43,18	43,28	45,20	44,50	17°51′56″	17°59′18″	17°59′ 4″

DAD DEL AIRE.—PROMEDIO DE JULIO

ANGULAR		ELECTRICIDAD A MEDIO DIA		OBSERVACIONES
9 P. M.	Media	Grados observados	Núms. proporcionales	
17°54′25″	17°55′44″	65	880	Nimbus i gotas de lluvia, viento.
54 18	56 56	27	76	Nublado, chaparron en la mañana.
...	...	10	13	Cubierto, stratus.
55 31	56 12	0	0	Nublado, pequeñas escarchas.
56 8	54 54	12	16	Cúmulus i viento.
55 15	57 11	0	0	Nubes.
54 15	55 48	21	46	Cielo blanquecino, cúmulus.
54 27	55 29	21	46	Cirrus, cirrus-stratus.
54 54	55 26	11	14	Cúmulus, nubes tempestuosas.
...	...	24	60	Cúmulus.
52 32	55 9	54	355	Nublado, gotas de lluvia.
53 40	56 49	11	14	Stratus oscuros.
52 15	56 4	16	27	Relámpagos, vapores, cúmulus i cirrus-cúmulus.
54 16	56 13	17	30	Cielo blanquecino, cúmulus difusos.
54 57	55 39	12	16	Cúmulus.
55 44	57 21	17	30	Cúmulus-stratus.
...	...	20	42	Relámpagos i cúmulus-stratus.
55 19	57 11	23	55	Pequeños cúmulus esparcidos.
54 34	57 17	12	16	Cúmulus.
55 41	57 0	20	42	Id.
55 27	56 29	26	70	Cúmulus, aire revuelto, polvo, viento.
54 27	55 3	31	100	Cúmulus.
54 2	56 42	41	176	Sereno.
...	...	38	152	Algunas nubes en el norte.
54 33	55 17	21	46	Cirrus.
51 1	56 9	25	65	Cúmulus.
54 26	55 38	36	136	Partes claras; stratus.
54 26	57 34	32	107	Cúmulus.
54 11	55 4	34	121	Nublado.
55 12	57 39	23	55	Cúmulus.
...	...	...	...	Id.
17°54′37″	17°56′14″	21,5	58	

Sabemos que la aguja imantada tiene desviaciones siderales i anuales.

En las grandes tempestades la variacion de sus ángulos llega hasta 45 grados.

Se han observado alteraciones profundas que coinciden con las tempestades solares, lo que ha hecho pensar a muchos investigadores que dichas declinaciones son determinadas en gran parte por la influencia solar; muchos autores modernos no atribuyen valor a dichas coincidencias, por ser numerosas las escepciones.

El padre Secchi fué un atento observador de estos fenómenos i llegó a creer que de su estudio podian sacarse preciosas consecuencias tanto para el pronóstico del tiempo como para el conocimiento de las influencias magnéticas sobre la salud.

Luego volveremos sobre este punto.

De paso recordaremos las perturbaciones que suelen traer las tempestades eléctricas i magnéticas de la atmósfera i del globo sobre todos los servicios relacionados con la electricidad, como ser telégrafos, teléfonos, maquinarias de tranvías, motores, máquinas estáticas, etc., produciendo, cuando no accidentes, graves complicaciones para el servicio público i el personal de empleados que atienden dichas instalaciones.

Muchas de estas tempestadas que han abarcado estensas zonas jeográficas, han paralizado por dias enteros todos los servicios que tienen relacion con el ajente eléctrico.

Siempre estos fenómenos corren paralelos con los esperimentados en el hombre, que modifican sus condiciones híjidas o ahíjidas (1).

---

(1) Creemos oportuno recordar en este lugar las grandes perturbaciones eléctricas que se verificaron en el mundo entero el dia 1.° de Noviembre de 1903 i que paralizaron casi totalmente el servicio de cables, telégrafos i traccion eléctrica. A este respecto publicamos la siguiente carta del señor Ernesto Greve, dirijida a *El Mercurio* de Santiago en la cual hace algunas observaciones interesantes sobre la declinacion magnética:

«Señor cronista de *El Mercurio*.—Presente.—Distinguido señor: En la edicion de *El Mercurio* correspondiente a la mañana de hoi, se da a la publicidad un telegrama de Paris fechado ayer i referente a ciertas graves



CAPITULO IX

LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA EN SUS RELACIONES CON LOS FENÓMENOS VITALES I LA CLIMATOLOJÍA MÉDICA

Influencias hijiénicas i patolójicas

El conocimiento de las aplicaciones de la electricidad ha tomado un incremento importantísimo, sus aplicaciones industriales, científicas i terapéuticas han verificado una verdadera revolucion en la humanidad, i a pesar de esto, cada dia que pasa vienen a sorprendernos nuevos i maravillosos descubrimientos

---

perturbaciones en algunas líneas telegráficas europeas. Creo de interes el comunicar a usted algunos datos que tienen indudablemente relacion con los fenómenos a que se refiere el telegrama que copio a continuacion:

«Paris, 1.° La comunicacion telegráfica de Francia con el resto de Europa i América ha permanecido casi completamente interrumpida durante todo el dia de ayer, a consecuencia de perturbaciones eléctricas atribuidas por lo jeneral a movimientos seismicos i fenómenos atmosféricos, respecto de los cuales nada de definitivo se ha podido investigar.

El estado de cosas resultante de dichas perturbaciones, es el peor que se haya esperimentado desde la instalacion de los telégrafos.

Las comunicaciones por alambres eléctricos se restablecieron súbitamente a la hora de la puesta del sol, mas a las 5.30 tornaron a cortarse.»

En el Observatorio de Santiago los instrumentos magnéticos indicaron el dia 31 de Octubre fuertes perturbaciones, cuyo máximo tuvo lugar a las 12 del dia, lo que corresponderia 4 h. 52 m. P. M., hora de Paris, i se deduce, por tanto, que las perturbaciones notadas en Santiago tienen probablemente un oríjen comun con las anunciadas por el cable.

Las perturbaciones se han observado en las dos agujas que ha instalado el señor Krahnass i damos a continuacion una lista de los valores medios de la declinacion magnética correspondientes a los últimos dias:

Octubre	28	14°	35′5″	Este
»	29	»	35′6″	»
»	30	»	35′8″	»
»	31	»	45′9″	»
Noviembre,	1.°	»	39′8″	»

El dia 30 de Octubre se anotó 14° 38′7″ como máxima i 32′8″ mínima.

de esta sin igual i primera ciencia, como la llama el mas gran físico del siglo, Lord Kelvin.

El 31 el valor 14° 59'1" máxima i 14° 35'2" mínima, lo que muestra la fuerte perturbacion a que nos hemos referido.

Si tomamos la mínima de 14° 32'8" del dia 30 i la máxima del dia 31 que alcanza a 14° 59'1" obtenemos una amplitud de 26'3".

Parece fuera de duda que estas perturbaciones de la brújula se deben a la gran actividad solar de los últimos dias: en efecto, en el Observatorio se observan las manchas del sol todos los dias despejados i el dia 31 llamó la atencion el hecho de que fuesen estraordinarias en cuanto a tamaño i número i distribucion, dos grandes grupos de manchas, uno con 19, otro con 3, de los cuales, 2 tenian un núcleo de mas de 25 segundos de arco i una penumbra de 50. En el dia de hoi pudimos contar a las 4 de la tarde 26 manchas i para formarse una idea de las fallas o cavidades que representan algunas de estas manchas sobre la superficie del sol, bastará decir que habia tres de ellas a las cuales corresponde un diámetro superior al diámetro ecuatorial de nuestro planeta que es poco superior a 12,756 kilómetros. Desde el mes de Marzo de 1898 no se habia anotado en el Observatorio un número mayor de manchas del sol; en esta fecha se contaron 31, pero en un solo grupo i no en diversas partes de la superficie del sol como en los últimos dias i rodeadas algunas de grandes fáculas.

La influencia de las manchas solares sobre la brújula, se ha atribuido por Sabine al efecto directo del sol sobre el estado magnético de la tierra, otros astrónomos o meteorolojistas han dado diversas esplicaciones; Secchi, por ejemplo, suponia una accion indirecta debida a la variacion de la actividad solar, que por la del calor alteraba el estado del vapor contenido en la atmósfera. La esplicacion mas fundada parece ser la dada por Herz, que atribuye las perturbaciones magnéticas que, en el caso de que se trata, podríamos denominar «tormenta magnética», si se nos permite la espresion, a una influencia de induccion eléctro-estática; la ciencia no posee, sin embargo, todavia el material de observacion suficiente i los fenómenos magnéticos se presentan a veces de un modo tan inesperado, que su estudio detenido solo puede hacerse por medio de instrumentos inscriptores. Seria, pues, de desear que se proveyera a nuestro Observatorio de instrumentos de esa clase, dándole así a las observaciones magnéticas toda la importancia que merecen hoi dia; lo han comprendido de este modo los paises europeos i los Estados Unidos, fundando Observatorios magnéticos especiales, i así tambien el Gobierno arjentino, penetrado de la importancia que tiene para la ciencia el contar con observaciones magnéticas simultáneas en muchos puntos del globo; i con el objeto de observar simultáneamente con la espedicion polar austral, ha fundado un observatorio especial magnético i meteorolójico en las islas del Año Nuevo.

Observatorio Astronómico, a 2 de Noviembre de 1903.—*Ernesto Greve.*»

Siendo la atmósfera un manantial inagotable de electricidad i siendo el aire nuestro medio vital i factor necesario en fenómenos fisiolójicos, se concibe que debe existir una correlacion estrecha e innegable entre las acciones vitales i la electricidad que se enjendra i se actúa en la atmósfera que respiramos.

Hemos visto como la electricidad interviene en las reacciones químicas que modifica o hace nacer, i como jeneralmente actúa sobre los fenómenos físicos; ahora bien, si el funcionalismo humano está sometido a leyes físicas i químicas, bases del sistema biolójico, es claro que aquel ajente es un factor indiscutible de influencia para los seres organizados.

En todos los órdenes de los reinos vejetal i animal se encuentran de manifiesto las acciones de correlacion con la electricidad atmosférica.

El hijo del célebre botánico Linneo fué el primero en observar en los dias de tempestad o de fuerte potencial eléctrico de la atmósfera que las flores llamadas capuchinas o mastuerzo producen vislumbres o resplandores eléctricos al amanecer, i que al mismo tiempo se suspenden gotas de rocío de la estremidad de las hojas.

Ya hemos visto el valor que se da al elemento vejetal en la produccion de la electricidad. La teoría de Dutochet dice a este respecto que la tension eléctrica positiva da a la planta poder de secrecion i que la de fluído negativo le da poder de absorcion.

El doctor Raspail desde 1843, investigando las relaciones del medio ambiente con los vejetales i animales, sentó el principio de que las influencias meteorolójicas eran de base eléctrica.

Las célebres esperiencias de M. Grandeau, en 1878, acerca de estos mismos puntos, parecen dejar establecido, aunque por otro órden de estudios, este mismo hecho. Este observador colocó varias plantas en una caja metálica, sustrayéndolas a la influencia de la electricidad atmosférica, i pudo comprobar la disminucion de la actividad vejetal con una gran disminucion de agua i un aumento de las sales minerales. Esperiencias de Leclerc, Lemstron i Spechnew han dado el mismo resultado.

Otros investigadores han ido mas léjos, han hecho ensayos con diversas legumbres, tomando en cuenta el influjo del au-

mento o de la sustraccion del medio eléctrico en relacion con el incremento vejetativo; pero aun no han llegado a resultados definitivos, pues miéntras algunos autores citan hechos i esperiencias comprobativos, otros quizas por haberlos hecho en distintas condiciones i localidades no han llegado a igual resultado.

Sin embargo, creemos que es un hecho fuera de duda que hai un paralelismo vital entre los fenómenos del reino vejetal i los accidentes eléctricos de la naturaleza, los cuales, si son uniformes i de potencial promediado facilitan su desarrollo, i por la inversa lo desequilibran i atrasan durante el influjo anormal de exacerbacion i de variaciones eléctricas. Escusado es advertir que estas comprobaciones deben hacerse dentro de una misma zona climatérica i de condiciones iguales de cultivo.

En el reino animal se han hecho tambien series interesantes de esperiencias, i desde las observaciones del doctor Murray sobre las arañas, que ascienden con tension positiva i que caen al suelo con influencia contraria, hasta las curiosas investigaciones del profesor Zürlinden sobre las modificaciones vitales de los insectos, aves i animales domésticos segun el aumento o disminucion del medio eléctrico i de los peces en el agua electrizada, hai aun un estenso camino que recorrer i mucho que dilucidar en este terreno científico (1).

Ahora bien, si pasamos al estudio del primer sér de la naturaleza, del hombre, tenemos un nuevo e importantísimo campo de estudio.

Al entrar a este análisis, cabe ántes preguntarnos: ¿Existe o no una influencia directa de la electricidad atmosférica sobre el organismo humano? ¿En qué sentido influye? ¿Las alzas i bajas del potencial i sus cambios de signos + en —, orijinan alguna modificacion particular en el cuerpo del hombre? ¿Cuáles son las condiciones hijiénicas que resultan de la influencia eléctrica de la atmósfera? ¿Cuáles sus perturbaciones patolójicas? ¿Qué interes tiene este estudio? ¿Qué valor debe dársele en la climatolojía médica? He aquí una serie de puntos que procuraremos dilucidar lo mas satisfactoriamente que nos sea posible.

Analizando la literatura médica, se encuentran mui pocos tra-

(1) JOHN MURRAY—*Electricity of atmosphere.* London, 1831.

bajos sobre esta materia (1); pero todos ellos le dan un valor incontestable i dejan sentado que es un hecho indiscutible la influencia de la electricidad atmosférica sobre el cuerpo humano. El doctor Foissac (2) dice que está convençido de que la accion que analizamos es precisa i netamente marcada en los seres organizados, i continúa con notables deducciones que terminan con estas palabras:

"Dia llegará, no lo dudamos, en que estudiando las influencias de la electricidad atmosférica bajo el triple punto de vista de su intensidad, de su accion sobre los cuerpos organizados, conductores de este fluído, i en fin, de sus productos desarrollados en la atmósfera, ya sea lentamente o ya sea en las violentas esplosiones de la atmósfera, se alcanzará un alto grado de valor científico i mui en especial para la medicina."

El sér humano, dotado de un sistema nervioso que preside el funcionalismo vital de órganos que tienen una estrecha correlacion con las mutaciones del medio ambiente i de la cútis, envoltura permeable a la humedad i por tanto a las influencias directas del fluído eléctrico, cuyo potencial positivo domina en el espacio, tiene forzosamente que recibir modificaciones del ajente eléctrico de la atmósfera de diversa índole, que en realidad no pasan inadvertidas en el hecho; pero que no han alcanzado en el terreno científico a obtener el verdadero valor que le corresponde. Du-Bois Raymond, que ha mirado con alto interes estas investigaciones, ha estudiado especialmente la accion de la cútis en sus relaciones con los fenómenos eléctricos i ha

---

(1) En la literatura médica chilena hai mui pocos estudios que se relacionen con esta materia. Conocemos los del señor Luis Zegers, cuyos primeros estudios datan de 1886, i los de los doctores J. M. Anrique i Jerman Greve, como asímismo los del doctor Lephay, de la Mision Científica enviada al Cabo de Hornos por el gobierno frances en 1882. Ademas, se han publicado en la prensa política algunos artículos relacionados con el potencial eléctrico de la atmósfera i las tempestades del espacio por los señores Lewis Boss, Director de la Comision Astronómica Americana para observar el tránsito de Vénus por el sol, i los del Ex-inspector Jeneral de Telégrafos don Fernando Cabrera Gacitúa.

(2) P. Foissac.—*De la Météorologie dans ses rapports avec la science de l'homme.*—Paris, 1854.



llegado a la conclusion de que la superficie del cuerpo se encuentra normalmente subyugada a una reaccion eléctrica positiva en concordancia con el potencial atmosférico.

Algunos autores se han preguntado si en verdad la superficie del cuerpo humano se halla sujeta a la reaccion del potencial aéreo que nos rodea, i comenzando éste a ejercer sus manifestaciones solo desde un metro o mas de la superficie del suelo (puesto que en dicho espacio intermediario se ha hallado siempre reaccion neutra o nula de electricidad) i siendo el potencial terrestre de signo contrario, si no habria por este motivo algunas reacciones *sui generis* que se traducirian en influencia directa para el hombre.

En una revista médica inglesa (1), estudiando las relaciones de la electricidad atmosférica con la salud, se leen las siguientes palabras:

"El hombre que está en contacto con la tierra i sobre el cual debe actuar su potencial eléctrico, hace el oficio de una punta, i es recorrido por corrientes tanto mas intensas cuanto el tiempo es mas tempestuoso. La diferencia de potencial entre la cabeza i los pies de un hombre puede hacerle sufrir fluctuaciones importantes i rápidas."

Lord Kelvin, preocupado de buscar las diferencias de potencial entre el suelo i el límite de altura en que ordinariamente se vive, hizo una serie de esperiencias en la isla de Arrau, concluyendo que efectivamente habia a veces profundas variaciones en los primeros metros de altura de la tierra, principalmente en tiempos irregulares, los que, por supuesto, no son comparables con las de las alturas i mucho ménos si en éstas circulan tempestades. Encontró Lord Kelvin que las diferencias de potencial entre la tierra i una lumbre fosfórica quemada a 2.70 m. de altura, variaba de 200 a 400 voltios, alcanzando hasta un máximum de 4,000 voltios cuando soplaban brisas del Este o del Noreste; i supuso que tales diferencias eran ocasionadas por grandes masas de aire electrizado positivamente que pasaban a

---

(1) THE LANCET.—*The electricity of atmosphere and the health*. London, 1895.

algunos cientos de metros encima del punto de observacion llevadas por corrientes de 1, 2, 3 o 5 metros por segundo.

Estas esperiencias, hechas en tiempo sereno, dan una idea de lo que serian en tiempo tempestuoso cuando se producen bruscas transiciones eléctricas, relámpagos, rayos i demas fenómenos celestes (1), pues todos los grandes i rápidos trastornos de la naturaleza repercuten con la regularidad de un péndulo sobre la salud de los individuos (2).

Veamos lo que sucede con un individuo neurasténico, por ejemplo, influenciado por una serie de accidentes eléctricos de la atmósfera.

Coloquemos a la persona objeto de la esperiencia en un dia de sol espléndido, sin que ningun hecho anormal perturbe la marcha natural de los fenómenos del espacio. La aguja del electrómetro marca un potencial positivo i sus oscilaciones son tan insignificantes que parece que los máximums i mínimums apénas irán a marcar algunos pequeños relieves en las curvas del inscriptor. El individuo en cuestion goza de un estado relativo de perfecta tranquilidad, sus funciones orgánicas se ejecutan con regularidad i su sistema nervioso parece que estuviera encarrilado en un funcionalismo metódico i de correcta fisiolojía. Mas, en un momento dado el sujeto esperimenta un lijero malestar, una pequeña ansiedad precordial i respiratoria, tendencia al reposo, caractéres de *spleen*, i cien otros preámbulos del modismo neurasténico, que se acompañan tambien de modificaciones de distintos órdenes de la naturaleza orgánica. Si examinamos la esfera del aparato Thomson, que es el mas perfecto i el mas usado en esta clase de observaciones, veremos que la aguja de platino se halla ajitada i que describe ángulos mas abiertos que los que marcaba anteriormente. ¿Qué es lo que pasa en la atmósfera en aquellos momentos? El potencial eléctrico ha aumentado en las capas altas de los espacios, i su accion, desparramada en el medio ambiente, es móvil de perturbaciones, muchas de las cuales son aun desconocidas. En el horizonte se ven apare-

(1) *L'Eclairage Electrique.—Influence de l'électricité atmosphérique dans la santé.* Tom. V. – Paris, 1895.

(2) MARIÉ DAVY.—Estudio citado.

cer grupos de cirrus, o de nimbus otras veces, que pasan lentamente; poco despues éstos desaparecen, i volvemos entónces a ver tranquila la aguja electrométrica, i a observar en nuestro sujeto visibles muestras de tranquilidad nerviosa. (Se comprende que estas observaciones son tomadas en cuenta sin que haya otros fenómenos actuantes que sean causa de las mutuaciones orgánicas, ya sean referentes a circunstancias patolójicas o a otra combinacion de accidentes meteorolójicos).

En otros casos las trasformaciones citadas son mas complejas, i tanto en el órden individual como en el de la naturaleza se notan irregularidades de consideracion. El electrómetro apunta desviaciaciones de la tension positiva hácia el 0 i mui luego el potencial negativo toma caractéres pronunciados. En estos casos, si nada se observa en el horizonte, puede saberse por telégrafo que a 30, 40, 50 i aun 60 kilómetros de distancia se ha descargado una copiosa lluvia, la cual sigue avanzando en direccion de la localidad donde se observa, hasta que llega por fin i allí se inicia a su vez. El potencial eléctrico, en tanto, se ha sostenido bajo el signo negativo durante todo el tiempoque se han demorado las nubes en acercarse i se han resuelto en lluvia, la que una vez producida hace tornar nuevamente la aguja a su antigua posision del lado positivo.

Miéntras tanto, nuestro sujeto ha sufrido un aumento o recrudencia del sindroma que constituye su patolojía, i sus caractéres se mantienen con amplitud hasta que la lluvia se ha establecido, comenzando entónces a declinar i desaparecer durante todo el tiempo de la lluvia, que coincide, como hemos dicho, con la permanencia del potencial positivo. Al terminar la lluvia se vuelve a leer en el círculo graduado del electrómetro otra anotacion de signo negativo que dura el tiempo que demoran las nubes en alejarse de la zona en que ejercen su influencia. Termina el ciclo con la presentacion i permanencia normal del signo positivo.

Cuando las lluvias vienen acompañadas de tempestades eléctricas con relámpagos, rayos i truenos, etc., estas oscilaciones son bruscas, i tan irregulares los cambios del potencial + en — i tan diversas sus intensidades, que no hai regla alguna que las clasifique.

En estos casos tambien los fenómenos subjetivos alcanzan un

marcado interes, pues las exacerbaciones llegan tambien a su máximum i las perturbaciones orgánicas alcanzan límites que mas de una vez nos han dejado llenos de asombro.

En los meses de verano, cuando hai varios dias sin una sola nube en el horizonte i el electrómetro marca una tension elevada, se suelen advertir tambien perturbaciones neurasténicas i se siente el deseo del cambio de cielo; una lijera humedad por evaporacion, la baja de la presion atmosférica i la presencia de brisas se aúnan con la baja del potencial eléctrico, que hace volver la calma i el dominio de los nervios en las personas afectadas.

Hai seres que viven con las mutaciones del tiempo en tan íntimo consorcio, que semejan plantas delicadas, de aquellas que sólo pueden prosperar en conservatorios.

Todos los médicos tienen lugar a conocer personas que sufren alteraciones de consideracion, segun la fuerza de los accidentes que hemos manifestado, para que entremos en detalles de protocolos clínicos que refuerzen nuestra argumentacion.

Variando el potencial con la altura, con la humedad, con la sequedad, con las lluvias i con las tempestades, es natural que las condiciones climatéricas de las ciudades marítimas o mediterráneas, de cordillera, de planicies, de bosques, etc., tengan una repercusion interesante en la hijiene jeneral de las poblaciones i del pais.

A este respecto, se lee en la tercera sesion particular de la seccion de hijiene del *Primer Congreso Médico Chileno* celebrado con fecha 21 de Setiembre de 1889, lo siguiente (1):

"El doctor Anrique, J. M., da cuenta de algunas particularidades referentes a la *tension eléctrica en Santiago* i acompaña curvas que demuestran esta tension constantemente positiva de casi todo el globo, que cambia en Santiago haciéndose negativa dos veces al dia, hecho que se esplica por la cercanía de la cordillera de los Andes. Este fenómeno, a juicio del doctor Anrique, *debe tener influencia sobre las condiciones climatéricas del pais.*"

---

(1) *Primer Congreso Médico chileno reunido en Santiago del 15 al 22 de Setiembre de 1889.*—Santiago de Chile, 1889.

Es sensible que no se hayan publicado las indicadas curvas i un resúmen completo de tan importante estudio.

Mas adelante, al tratar de las observaciones chilenas, volveremos a recordar este punto con motivo de algunos esquemas verificados por el autor de este trabajo.

A este respecto decia en una memoria sobre "Electroterapia de las enfermedades del cerebro", que tiene relacion con el presente estudio, el párrafo que trascribimos en seguida (1):

"De paso, recordaremos que es en esta zona de la provincia de Santiago donde se sufren los cambios mas intensos de tension eléctrica, llegando a colocarse en el nivel jeográfico de los pueblos del mundo en que se notan mayores irregularidades. Así, en Santiago, se suceden constantemente grandes oscilaciones eléctricas, llegando el electrómetro a demostrar los cambios de electricidad + en — varias veces en un mismo dia.

"Esto influye mui poderosamente sobre las condiciones climatéricas en jeneral i particularmente sobre los individuos de temperamento nervioso, que son mas sensibles a estas mutaciones eléctricas."

En la literatura médica sud-americana se encuentran las siguientes palabras del doctor Gache, arjentino, relacionadas con la materia de esta memoria (2):

"La electricidad atmosférica es un elemento importante del cual se ha tomado cuenta en Chile.

"En la provincia de Santiago es donde sus habitantes tienen mas que sufrir los cambios intensos de tension eléctrica, a tal punto que dicha provincia se halla colocada en el nivel jeográfico de los pueblos del mundo que esperimentan mayor irregularidad de este fenómeno. En un mismo dia se han comprobado varias veces cambios en el electrómetro, pasando de la electricidad positiva a la negativa, lo que es raro en la mayor parte de los climas conocidos.

---

(1) PEDRO LAUTARO FERRER RODRÍGUEZ.—Electroterapia de las enfermedades del cerebro. *Revista Médica de Chile.* Tom. XVIII.

(2) SAMUEL GACHE.—*Climatologie Médicale de la Republique Argentine et des principales villes d'Amérique.*—Buenos Aires, 1895. (Los datos aludidos fueron suministrados al doctor Gache por el autor de esta Memoria.)

"Este fenómeno debe tener una gran influencia sobre los fenómenos climatéricos en jeneral, principalmente sobre los individuos de temperamento nervioso, mas sensibles que otros a los fenómenos eléctricos.

"Tambien se ha observado que este estado especial de la tension eléctrica favorece en algunos la propension mórbida hácia las afecciones cardíacas, pulmonares, reumáticas, nerviosas, etc.

"El hecho siguiente lo prueba:

"Durante la epidemia de influenza que agobió a Santiago durante los años 1889 i 1890, se comprobaron oscilaciones mas fuertes que las ordinarias, i en el electrómetro se anotaron cambios de algunos grados que llegaron a 30°, 40°, 50° i aun mas en ménos de 10 minutos. Estas desviaciones de la aguja pasaban de la electricidad positiva a la electricidad negativa, i se producian en pleno dia durante un sol ardiente i un cielo despejado.

"Las mismas observaciones practicadas en Valparaiso, Concepcion, Arauco, Linares i Rengo, no acusaron oscilaciones i cambios iguales en un mismo dia, de electricidad positiva en electricidad negativa."

En un artículo publicado en la *Revista Médica* de Chile, el doctor Jerman Greve ha tomado tambien en cuenta la correlacion que hai entre los fenómenos meteorolójicos, como es el de la electricidad atmosférica, i sus influencias en la salud humana. Véase como se espresa sobre este particular (1).

"Es de observacion vulgar que las personas llamadas nerviosas, las reumáticas i gotosas, se sienten mal cuando llueve, graniza, truena, etc. El doctor Wislicenus (véase Beard i Rockwell, páj. 7) ha probado que en estos casos la electricidad con que está cargada la atmósfera es negativa. Lo contrario pasa cuando neva o hai niebla, pues esos enfermos no sienten molestias bajo el influjo de estos fenómenos meteorolójicos; ahora bien, Wislicenus ha comprobado la polaridad positiva de la at-

---

(1) JERMAN GREVE.—*La electricidad estática i sus relaciones en medicina.* —Cartas de Berlin dirijidas al doctor A. Orrego Luco por el doctor Jerman Greve. Publicadas en la *Revista Médica de Chile*, Tomo XXIII.



mósfera en estas ocasiones. Segun Stein, el malestar esperimentado por esas personas al acercarse una tempestad, se puede referir a que la tension positiva normal de la superficie del cuerpo humano (cuya realidad ha sido comprobada por este mismo autor despues de sospechársela desde los memorables trabajos de Du Bois-Raymond sobre la electricidad animal) está sujeta pasajeramente a variaciones anormales por la influencia de la electricidad negativa de que está cargada la atmósfera; a la regularizacion de esa tension de la electricidad positiva de la superficie del cuerpo, debe atribuirse, segun él, el que cientos de enfermos de la Salpetrière (Stein fué alumno de Charcot) hayan curado de sus dolencias por medio de la carga positiva de su cuerpo, bajo el tratamiento por la franklinizacion jeneral. Agrega que muchas veces ha observado al tratar a personas neurasténicas por este método, que al cambiar repentinamente de polaridad los conductores durante la aplicacion, lo que sucede de cuando en cuando i, por consiguiente, que empieza a cargarse con electricidad negativa el cuerpo, esos enfermos inmediatamente empezaban a sentirse mal. De esto deducimos que siempre debe preferirse la carga positiva del cuerpo en la franklinizacion jeneral. Muchas otras observaciones se han hecho a este respecto, cuya descripcion omitimos por no ir demasiado léjos".

Durante algunas epidemias, como en las de influenza, por ejemplo, se han comprobado altas tensiones de signo positivo i cambios bruscos hácia el signo contrario; en las alarmantes epidemias del otoño e invierno de 1889 i 1890, como la no ménos grave que nos ataca actualmente, el potencial ha sufrido irregularidades acentuadas i notables, como se espone gráficamente en otro lugar.

En otros paises se han hecho variadas esperimentaciones parciales acerca del paralelismo a que nos referimos, entre algunos accidentes patolójicos con las variaciones de los fluídos atmosféricos.

En un resúmen científico acerca de un interesante estudio relacionado con este asunto (1), en el cual se comentan las

(1) The Lancet. 1895.

perturbaciones de la salud, como dolores de cabeza, malestar jeneral, palpitaciones, vahídos, etc., cuando el tiempo está tempestuoso, fuera de otros accidentes que pueden afectar seriamente el organismo, se llega a la conclusion de que no es posible dudar del papel que desempeña la electricidad ambiente sobre los fenómenos fisiolójicos i las enunciadas perturbaciones del organismo humano.

Algunos médicos que se han dedicado a estudiar en la India la predisposicion que existe en aquella dilatada region a las insolaciones, han notado que cuando el aire está en condiciones particulares, en las cuales las crines de la cola del caballo se engrifan, i se erizan los cabellos de la cabeza, cuando un hombre se hace irritable i se siente fatigado sin conocer las causas, etc., sucede que se está en vísperas de una tormenta eléctrica de la atmósfera i en condiciones oportunísimas i propias para el aumento de los casos de insolaciones, sin que se aminoren otras causales productoras de este mal en los paises tropicales.

Hubiera sido de gran interes para la ciencia si, por ejemplo, se hubieran hecho en Buenos Aires observaciones sobre el potencial eléctrico de la atmósfera durante la verdadera epidemia de insolaciones que aquejó por algunos dias a aquella ciudad en el verano último. Si recordamos que allí la temperatura llegó a 40° i produjo ciento i tantos casos fulminantes diariamente, i que a pesar de que la temperatura descendió a 38° continuaron produciéndose nuevos ataques i defunciones por este motivo (lo que no sucedió en otras comarcas en donde la temperatura llegó hasta 42°, como en la Rioja, por ejemplo) sin que se notase nada de intensamente anormal en el agua, en las indicaciones relativas del psicrómetro, en la presion barométrica, etc., que pudiese esplicar el fenómeno, se puede colejir, dadas las investigaciones de los médicos de la India en iguales casos, que probablemente ha sido un factor en aquella revolucion climatérica un intenso desequilibrio de la electricidad atmosférica, cuya esencia está aun sujeta a las investigaciones científicas.

Se ha observado tambien que durante las grandes irregularidades del potencial ha habido un incremento jeneral de la

morbilidad sin que haya caractéres epidémicos de ninguna enfermedad.

Algunos médicos han atribuido epidemias a la disminucion de la electricidad en el medio ambiente.

No son escasas las anotaciones de enfermedades nerviosas que se consideran agravadas durante las grandes acumulaciones eléctricas de las tempestades, i aun mas si se producen en rejiones pantanosas.

El doctor Pallas, médico de Arjelia, ha hecho estudios orijinales sobre la accion eléctrica en las zonas pantanosas que, a su entender, producen una tension superior, las mas veces de signo negativo, i de contínuas mutaciones que son altamente perjudiciales para la salud.

A este respecto se ha discutido mucho si es mas perjudicial el predominio o la disminucion de la tension eléctrica del aire.

En Moscou se hicieron comprobaciones de aumento de potencial durante el recrudecimiento del cólera, i la disminucion de la epidemia despues de las tempestades; estos hechos o coincidencias corresponden á los indicados por diferentes autores, principalmente a los descritos por el hijo del astrónomo Quetelet, en Bruséłas.

Fourcault, médico frances, opina que el desequilibrio de la tension eléctrica del aire i del magnetismo terrestre son causas indiscutibles de enfermedades relacionadas con los aparatos nervioso, circulatorio i respiratorio, puesto que la acumulacion de fluídos o su pérdida por accidentes cósmicos, enjendran el *initium* ahíjido. Este mismo autor sotiene que los mayores desequilibrios se pronuncian de noche i que a su vez coinciden con las reagravaciones de los enfermos.

Mascart (1) dice que "parece existir una relacion entre el estado de la electricidad del aire i su temperatura; pero para precisarlo serian necesarios algunos años mas de observaciones.

Analizando el cuadro de Ferley que da los estremos de 47 i 605° para las inscripciones ordinarias correspondientes al verano i al invierno, algunos autores esplican la atonía que se apo-

---

(1) Mascart.—*Note à l'Academie des Sciences de Paris sur l'état de l'air, etc.*—Comtes Rendus, 1880.

dera de nosotros en los meses de calor i la enerjía de las funciones fiisiolójicas en los meses templados i de invierno (lo que hace indolente a los hombres del mediodia de Europa i vigorosos a los del norte, tal como sucede entre las razas de las zonas tropicales del sur de nuestro hemisferio) no solamente por la accion del calor, sino tambien por la del potencial eléctrico del aire que corresponde a curvas tan diversas en los climas opuestos de que hablamos.

Mr. Aubert-Roche (1) dice que "a orillas del Mar Rojo, con un cielo puro, sin nubes i sin viento, sucede que el organismo esperimenta una depresion tal que toda especie de accion muscular i acto cerebral se hace penoso, tal como sucede en Europa a algunos individuos al acercarse una tempestad. En este caso, en el Mar Rojo, el barómetro no varia; no puede atribuirse, pues, este efecto a la pesantez del aire (ni tampoco a excesivos calores, porque en otras zonas de mayor temperatura no se producen), sino a la influencia peculiar de la electricidad ambiente, porque en Europa un efecto semejante se produce por una tempestad i con grandes variaciones del barómetro."

Numerosas notas conocemos sobre las mutaciones diarias de la calidad del aire en concordancia con el factor que analizamos i tambien con las indicaciones del anemómetro.

El aire húmedo, conductor por excelencia, facilita los intercambios de los fluídos eléctricos entre la naturaleza i el cuerpo humano. Se ha dicho que en estos casos debe tomarse en cuenta la humedad, sin relegar la atinjencia eléctrica para la esplicacion de ciertos dolores, como los que sobrevienen en las cicatrices, tumores eréctiles, tilomas, hernias, antiguas luxaciones i fracturas, etc., i que cesan cuando la lluvia sobreviene o se calman las fluctuaciones del espacio.

Es curioso observar, nos decia una vez el profesor de enfermedades nerviosas i mentales de Rio de Janeiro Doctor Cárlos Texeira Brandão, la influencia de los fenómenos atmosféricos, i en particular los eléctricos, tanto en el hombre sano como en el enfermo, en todos los climas, mui principalmente en los tropicales. I en verdad, esta influencia es incontestable i sigue

---

(1) AUBERT-ROCHE.—*Annales d' Hygiène Publique*. Paris, núm. 61.

todas las graduaciones del estado de shock, pues así como basta muchas veces el aroma de una flor, un pensamiento, un recuerdo, para inflamar el cerebro, por decirlo así, i aumentar la tension arterial, así tambien, tanto las máximas como las mínimas cantidades de electricidad ambiente, producen, en graduaciones netas, influencias ya sobre la parte moral del hombre, desde las impaciencias hasta las exacerbaciones del carácter, ya sobre su parte física produciendo pereza, malestar, latidos cardíacos, ansiedad respiratoria o accidentes mayores relacionados con crísis nerviosas de distinto oríjen i efectos, reagravaciones de órganos afectados, etc., i cien otras morbilidades que vemos en la práctica.

Otro estudio interesantísimo que no podemos dejar de citar, relacionado con este capítulo, es el de M. Davy (1) que entra a analizar todos los trastornos de la naturaleza i sus actuaciones sobre la salud humana.

Analiza este autor los fenómenos climatolójicos de la ciudad de Paris en 1889, i dice que despues de un invierno frio i tardío continuado por una primavera corta, hubo un verano fuerte i un otoño relativamente frio; dando el año un total de 202 dias frios i 162 entre calientes i templados. De las 52 semanas del año, cuenta solo 19 repartidas entre el otoño i el invierno, en las cuales el barómetro no estuvo bajo la normal. La humedad, en relacion con la temperatura. Las variaciones del potencial eléctrico, esencialmente variadas i de curvas estremas, como era de esperarlo. El estudio de la morbilidad le dió cómputos dignos de conocerse, i cuyo resúmen esponemos.

La atrepsia, enfermedad cuyo máximum corresponde al tiempo de calor, tuvo un exajerado incremento en dicho verano.

Las enfermedades de las vias respiratorias que siguen una marcha inversa, pues son frecuentes en invierno i primavera, aumentaron tambien considerablemente; produjeron 240 defunciones semanales como término medio.

La tísis estuvo en la proporcion de 140 muertos por semana en verano, por 230 en invierno.

La fiebre tifoidea llegó a un máximum de 38 defunciones en

(1) M. Davy.—*Sur la Mortalité à Paris.*—*Le Genie Civil.* Paris, 1889.

verano; la difteria a 54; i las fiebres eruptivas (escarlatina i viruelas principalmente) a 16, contando siempre por semanas.

En el mes de Diciembre de este mismo año (1889) hubo una recrudencia estraordinaria de la mortalidad, sin que hubiera ninguna epidemia; las defunciones por fiebre tifoidea llegaron a 52 por semana; la de tuberculósis, a 420; i las de las vias respiratorias, a 742.

Se advierte que en dicho mes de Diciembre i en Enero subsiguiente hubo irregularísimas curvas del potencial eléctrico i variadas indicaciones de signo contrario.

Es conveniente jeneralizar mas estas investigaciones ántes de llegar a sentar conclusiones definitivas.

Relacionando las investigaciones con la hijiene, se han buscado tambien las modificaciones de la electricidad en los espacios cerrados, siendo el físico ingles Murray el primero en encontrar el fluído negativo en las salas donde se ha respirado mucho tiempo o muchas personas sin renovacion del aire (1).

El astrónomo Mascart en una nota a la Academia de Ciencias de Paris sobre la electrizacion del aire (2), cita las palabras de Sir W. Thomson, pronunciadas en la Comision Internacional de Unidades Eléctricas en 1881, que señala cuán interesante seria para las ciencias la observacion contínua de la electrizacion propia de las capas inferiores de la atmósfera i la determinacion del potencial en un volúmen determinado de aire sustraido al medio ambiente i de las influencias que le son propias. Mascart, tomando en cuenta estas indicaciones, hizo la esperimentacion siguiente:

"En un anfiteatro del Colejio de Francia (de 9 × 10 m.) cerrado i aislado, descargó una serie de botellas de Leide durante diez segundos por una llama conductora, electrizando dicho espacio; un electrómetro en medio de la sala, se comunicaba con una llama receptora colocada a 8 metros del punto de descarga i a 1.50 m. del suelo. Producidas las descargas, el electrómetro se afectó; la desviacion fué hecha en oscilaciones de gran amplitud, las que aumentaron despues de una manera regular, alcan-

(1) Murray.—Obra citada.

(2) Mascart.—Obra citada.

zando un máximum al cabo de 10 a 15 minutos, para disminuir en seguida lentamente. Las grandes oscilaciones del principio fuéron debidas a la accion directa de las capas de aire electrizado sobre los hilos conductores del electrómetro que se hallaban mui aproximados. Colocóse entónces el electrómetro en una pieza vecina, haciendo comunicar por la pared el hilo de influencia sobre la llama receptora. Repetidas las descargas fueron mas regulares los movimientos i las oscilaciones mas pequeñas, aumentando éstas con el paso de personas a corta distancia de la llama receptora i con la apertura de las puertas.

"Descargando por una llama la electricidad suministrada por una máquina de Holtz, durante un minuto, el aire quedó de tal manera electrizado que el protencial, en medio de la sala, alcanzó a 2,000 voltios.

"Los gases electrizados ascienden en virtud de su temperatura elevada, i despues se diseminan como el humo, a distancias uniformes sobre la atmósfera de la sala.

"De estas esperiencias resulta que para estudiar las capas inferiores de la atmósfera en la forma indicada, hai que determinar el potencial en espacios cerrados cuyas paredes estén formadas por un enrejado metálico de mallas abiertas en comunicacion con el suelo, a fin de eliminar la accion de masas eléctricas esteriores. Los cambios de gas con la atmósfera, por débil que sea el viento, bastarán para compensar la pérdida producida por las paredes i por el aparato colector (llama o chorro de agua) para dar al electrómetro un potencial constante proporcionado a la electricidad propia del aire ambiente. Este potencial será completamente diferente (lo mas comunmente de signo contrario) del que se obtiene por métodos habituales.

"Si la electricidad juega un papel importante en los fenómenos naturales, es de presumir que la electrizacion propia del aire es particularmente eficaz. La sujestion de Sir W. Thomson merece toda la atencion de los observadores."

Estos estudios presentan aun un ancho campo de investigaciones, no solo para el interes científico, sino tambien para el bien individual.

Seria necesario e interesante conocer todas las fases del fenómeno eléctrico de la atmósfera para poder sentar reglas pre-

cisas en la climatolojía de cada pais, pues, como decia el mismo Thomson, acabado de citar, es de trascendencia este estudio i llegará un dia en que el uso del electrómetro sea tan conocido e interesante como lo es actualmente el del barómetro.

Pasaremos ahora a otro análisis de este punto, *a las relaciones del potencial eléctrico con el aire ozonizado i sus manifestaciones, con el sér humano i el clima.*

El ozono existe en el aire producido, sea por la electricidad atmosférica o por oxidaciones en la superficie del globo, en proporciones mínimas i variables cuyo máximum alcanza a $\frac{1}{450\,000}$ del peso del aire.

Existe mas ozono en las horas de la mañana. Observadores de Europa dan mayor aumento de ozono en el mes de Mayo.

En Chile lo hemos notado en mayor cantidad durante el invierno i la primavera.

Por lo jeneral, el papel reactivo ozonométrico indica aumento de este gas en tiempo húmedo i de lluvia.

Schönbein i Mathieu demostraron que el ozono hacia perecer a la dósis de $\frac{1}{240}$ a los animales que lo respirasen en dicha proporcion, por coagulacion de la sangre. El primero de estos autores hizo una serie de esperiencias en ratones para probar la resistencia vital bajo una respiracion artificial de dicho gas; i comprobó tambien repetidas veces que los gusanos de seda eran tan sensibles que morian en gran número despues de las grandes tormentas eléctricas.

Dewar i Kendrick dicen que la atmósfera cargada de ozono reduce las fuerzas i el pulso cardíaco i baja la temperatura del animal varias décimas de grados (1).

Observaciones de Quetelet comprueban que la curva del ozono marcha en razon directa de la electricidad atmosférica.

El Doctor Ireland, de Edimburgo, presenta estas dos conclusiones:

1.ª El aire ozonizado acelera la respiracion i por tanto la circulacion;

2.ª El aire ozonizado exita el sistema nervioso.

Es un hecho fuera de duda que el aire ozonizado en peque-

---

(1) A. FORTIN.—*Le magnetisme atmosphérique, etc.* Paris, 1890.

ñas proporciones es un estimulante fisiolójico que se aprovecha con ventaja en las alturas i en parajes determinados por la jeografía médica para un buen número de condiciones ahíjidas; mas, en exceso produce efectos contrarios i perjudiciales para la salud.

El Doctor Foveau, de Courmelle, dice que el ozono, que existe en grandes cantidades en las alturas inaccesibles a la vida, desciende a los valles i parajes frios i húmedos como un flajelo para los seres vivientes (1). Recuerda las invasiones de influenza que han recorrido la Europa i las grandes discusiones científicas a que ha dado lugar, conviniéndose en que durante su permanencia ha coexistido el aumento del potencial eléctrico, muchas veces negativo, con el predominio del ozono que ha llegado a la proporcion de 10 milésimas por unidad atmósferica en las últimas epidemias del otro hemisferio. El mismo autor asegura que las lluvias ponen fin a las epidemias catarrales i al desequilibrio de la tension encarrilándola por el signo positivo (2). La influencia irritativa del ozono en cantidades anormales sobre las mucosas, está averiguada; de aquí la produccion del coriza i otras molestias catarrales producidas por la exajeracion de su formacion en la atmósfera. Otros autores se han preguntado si la ausencia permanente de aire ozonizado no será desfavorable para la salud, i comparan el medio climatérico de las grandes ciudades donde comunmente se está mas distante de la influencia del ozono que la que es propia de los campos (3).

---

(1) FOVEAU.—*Revue universelle des inventions nouvelles.* Paris, 1889.

(2) FOVEAU.—*Independent, de Montargis.* 1889.

En este estudio sobre la accion del ozono i de la electricidad, el Doctor Foveau dice que son tan irregulares las presentaciones de la tension como las manifestaciones de la misma influenza, lo que ha dado materia al vulgo para bautizar esta enfermedad con los nombres mas raros i variados, como por ejemplo: *dando, tac, horion, coquette, cocotte, follete, baraquette, petit courrier, petit-poste, grenade, allure, maladie russe,* etc., así como nuestro pueblo lo ha llamado *cometazo,* por haber coincidido una fuerte epidemia con la aparicion del cometa de 1881, *garrotazo, trancazo,* etc.

(3) METEOLOGISCHE ZATSCHRIFT.—*Herausgegeben von der oesterreichis-*

En el Observatorio Astronómico de Santiago se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1.ª El máximum de ozono corresponde a las horas del dia i no de la noche;

2.ª Durante la mas elevada proporcion higrométrica del aire, i principalmente en lluvias, hai mayor comprobacion de dicho gas por los reactivos ozonométricos (bandas de papel embebido en yoduro de potasio almidonado);

3.ª Miéntras mas pura i seca se halla la atmósfera, hai ménos cantidad de ozono; i

4.ª El mínimum de ozono corresponde a las noches i cuando hiela.

Veamos tambien las observaciones de otros ajentes atmosféricos que se relacionan con la electricidad.

La célebre esperiencia de Cavendish, que ha sido repetida en toda la tierra, probó que la influencia eléctrica de la atmósfera es capaz de hacer combinar el ázoe libre con el oxíjeno para formar ácidos nítricos i nitrosos, i con el hidrójeno del vapor de agua para formar amoniaco.

Berthelot probó que el ázoe libre se combina directamente con las sustancias carbonatadas bajo la mas mínima influencia de la tension eléctrica (1).

Schönbein ha demostrado que la combinacion del oxíjeno i del agua que produce ácido nítrico, se opera sin la influencia de descargas eléctricas por la conversion del oxíjeno en ozono.

Liebig demostró la presencia de ácido nítrico en lluvias de tempestad.

Barrel encontró en abundancia el nitrato de amoniaco en aguas de lluvias tempetuosas, i su presencia en aguas de lluvias sin tormentas, con mui raras escepciones en este último caso (2).

Binde, Jones i Boussingault, entre otros, están de acuerdo con las investigaciones de Barrel. Segun Boussingault, la proporcion

---

chen gessellschaft für Meteorologie und der Deutschen meteorologischen gesellschaft. Redigist von Dr. Hama und der Koppen, Berlin.

C. Piazza Smith.—*Madeira Meteorologic Edrinburg*, 1882

(1) Becquerel.—*Considerations générales sur la théorie électro-chimique.*

(2) Barrel.—*Observatoire Astronomique.*—Paris.

de estos ajentes perjudiciales para la vejetacion i la salubridad en jeneral, se hallan en las aguas de tormenta en la proporcion media de 0,5 milígramo por litro de agua (1). Este mismo químico ha visto que en las aguas lluvias del campo hai ménos amoniaco que en las de las ciudades; así encontró que en Paris se hallaban hasta 3 milígramos, i 1 solo en las del campo. El profesor de la Facultad de Ciencias de Paris, M. Pierre, da la proporcion de 4 milígramos por metro cúbico de aire, de ozono, de amoniaco i ácido azótico. El profesor Freire de la Academia de Medicina de Rio Janeiro, en su opúsculo sobre esta materia (2), segun la relacion del doctor Cárlos Costa (3)., espone lo siguiente:

Las aguas meteóricas tienen una sustancia tóxica. De las esperiencias efectuadas sobre pájaros, a los cuales se les hizo injerir por via hipodérmica agua condensada de la atmósfera, los efectos obtenidos fueron: somnolencia, coma, torpor, dispnea i muerte, revelando despues de la autopsia conjestion de los órganos internos, corazon ingurjitado de sangre, parado en sístole e inyeccion de los vasos coronarios.

Las esperiencias químicas del agua condensada revelaron las siguientes condiciones: cristalina, lijeramente ácida, tratada por la potasa desprendia vapores amoniacales que azulaban el papel de tornasol; al microscopio mostró gran número de espórulos redondos de 3 a 4 milésimos de milímetros, formando grupos sin materia aglutinante intermediaria; estos espórulos no se colorearon por las anilinas i tenian movimiento browniano.

Estas esperiencias verificadas con motivo de una fuerte epidemia que invadió a Rio Janeiro en los primeros meses de 1889, i que fué considerada por algunos como fiebre amarilla fulminante, i por otros como insolacion o como fiebre perniciosa, dieron lugar a que su autor sospechase que la causa de dicha epidemia fuese debida a un principio tóxico desparramado en

(1) A. Muntz—E. Aubin.—*Note à l'Academie de Sciences, Comtes rendus.* —Paris, 1882.

(2) Doctor Domingos Freire.—*Sur la toxicité des eaux météoriques (note présentée à l'Academie de Sciences de Paris).*—Rio de Janeiro, 1889.

(3) Doctor Cárlos Costa.—*Annuario Medico Brazileiro.—Movimento Scientifico Médico do Brazil*, 1890.

la atmósfera, perteneciente quizas a la serie ciánica orijinada por las condiciones meteóricas en que se encontró aquella capital federal, i que desaparecieron despues de lluvias torrenciales seguidas a dias de calor descomunal.

Como se comprende, no es indiferente conocer las presentes correlaciones de los fenómenos meteorolójicos con las acciones que presiden las fuerzas eléctricas de la naturaleza, pues su interes hijiénico i patolójico es indiscutible.

Resumiendo las investigaciones universales que se han hecho sobre la influencia benéfica del potencial positivo de la atmósfera, dentro de una produccion moderada o de alta persistencia, segun los casos i condiciones del organismo, se reconoce que en tales circunstancias se considera al cuerpo humano como sumido en una especie de *baño eléctrico*, análogo al que se utiliza en la práctica médica, i se sabe que éste *favorece el funcionamiento de la cútis, aumenta la circulacion de la sangre, acrece la amplitud i la frecuencia de la respiracion, i aumenta la proporcion de úrea i de fosfatos* (1). En el baño eléctrico, dicen los especialistas, se producen fenómenos subjetivos i objetivos de importancia. Entre los primeros hai que contar la sensacion de bienestar, quietud física, facilidad respiratoria, etc., salvo algunas escepciones que se advierten en personas excesivamente nerviosas, las cuales acusan cierta constriccion al pecho, vahídos de cabeza, ansiedad respiratoria i precordial al comenzar a recibir las primeras cargas eléctricas, que por lo demas pasan rápidamente para dejar lugar al bienestar. Estos pequeños accidentes, que suelen presentarse algunas veces cuando se carga el cuerpo positivamente, tienen mayor intensidad i frecuencia cuando se reciben cargas de fluído negativo, las cuales, segun Eulenberg, son las que ocasionan perturbaciones funcionales, provengan o de las máquinas estáticas, o, con menor fuerza electro-motriz, del medio ambiente.

Entre los fenómenos objetivos tienen interes los que se relacionan con los sistemas circulatorio i respiratorio. El Doctor Greve, cuyas cartas sobre electricidad ya hemos citado, recuerda a este respecto las esperiencias de Dobrotworski, hechas con

---

(1) THE LANCET. Revista citada.

el esfimomanómetro de Basch, sobre la presion sanguínea, que baja de 10 a 30 milímetros por el dominio de la electricidad estática, encontrando ademas la disminucion del pulso en unos cuantos puntos, i por escepcion el ascenso de la temperatura hasta un décimo de grado, en contraposicion a lo observado repetidas veces por Charcot, Mund i Stepanow, entre otros, que han encontrado el aumento de la tension arterial i en las curbas esfimográficas mas vertical la línea de ascenso, de vértice mas agudo i dicrotismo mas acentuado, principalmente en las influencias prolongadas.

Otros autores han estudiado la accion de la electricidad estática sobre los cambios hematolójicos que son favorecidos notablemente.

En una palabra, todas las funciones orgánicas son modificadas en favor por el ajente eléctrico de potencial positivo, por intermedio de la franklinizacion o del fluído atmosférico, i sufren reacciones contrarias, o simplemente neutras, bajo el influjo de latension negativa. De este lijero análisis se deduce el alto interés que ofrece tanto, para las ciencias físicas como para la medicina, el cabal conocimiento de los fenómenos eléctricos de nuestro espacio. En cuanto a su valor en la climatolojía, diremos con el célebre Thomson que merece un lugar de preferencia lo ya observado, i toda la atencion estudiosa de nuevos investigadores para llegar a dar leyes que sirvan de guia en el conocimiento de la jeografía médica.

Conocemos las hipótesis sobre el oríjen de la electricidad atmosférica i sus fuentes contínuas de produccion; hemos visto que el potencial positivo es el factor normal de la naturaleza ambiente i que éste sufre oscilaciones en estado normal del tiempo como en sus variaciones i tempestades, así como el potencial negativo, factor anormal de la atmósfera, sufre tambien vaivenes i ejercita modificaciones en los seres vivientes; hemos recordado asimismo las correlaciones que mantiene este fluído con los otros fenómenos meteorolójicos y las influencias que juntos ejercitan sobre la vida animal como en la vejetal; las modificaciones fisiolójicas, hijiénicas y patolójicas que presiden, i las particularidades que son propias a determinadas localidades.

Pasaremos ahora a presentar un resúmen de las observaciones correspondientes a Chile, para poder deducir y aplicar entónces con mas correccion los conocimientos que poseemos en pro del estudio climatolójico que hemos emprendido.

CAPÍTULO X

El potencial eléctrico de la atmósfera segun observaciones hechas en Chile.—Relacion con otros fenómenos meteorolójicos. — Cuadros demostrativos.

Si son escasos los estudios teóricos sobre la presente materia en la literatura médica de nuestro pais, lo son aun mas los prácticos. Ya hemos indicado quienes son los autores que se han preocupado de este estudio i hemos analizado sus escritos. Entraremos ahora a presentar los estractos de los trabajos esperimentales verificados en Chile, para terminar con nuestras observaciones personales.

Las mas antiguas investigaciones practicadas en territorio nacional datan de los años 1882 i 1883, i fueron hechas por la Comision Científica Francesa que se estableció en la parte mas austral del Cabo de Hornos.

Siguen en órden de precedencia las efectuadas en Noviembre (desde el dia 13 hasta el 23) i Diciembre de 1886 (1) en el Laboratorio de Física de la Universidad de Chile, que está a cargo del profesor don Luis L. Zegers.

En tercer lugar apuntaremos las llevadas a cabo en 1889 por el profesor de Física Médica de la Escuela de Medicina Doctor don José Maria Anrique.

I en último término incluiremos las que hemosefectuado personalmente, i que están relacionadas con los fenómenos meteorolójicos de mayor importancia para nuestro objeto.

---

(1) El profesor Zegers ha tenido la bondad de proporcionarnos los orijinales de estas observaciones, las cuales publicamos mas adelante.

A.—Observaciones en el Cabo de Hornos (1).

La tension normal en aquella fríjida rejion, es positiva.

Las variaciones regulares i ordinarias estan comprendidas entre + 50 voltios i + 70 voltios.

El máximun de potencial se encuentra en los dias de cielo descubierto i en los de nieve. Sin embargo, excepcionalmente hubo una vez tension negativa durante toda una noche (la del 17 de Abril de 1883), i con una fuerza superior a la positiva ordinaria que fluctuó entre cinco o seis veces mas, volviendo a presentarse la electricidad normal a la salida del sol.

Las curvas de máximum i mínimum no pudieron seguirse con regularidad por las inclemencias climatéricas; no obstante en las mañanas de sol pudo notarse que el primer máximum llegaba a mediodia.

Las anotaciones fueron hechas con el electrómetro de Sir W. Thomson, modificado por Mascart, con el inscriptor fotográfico, i con otro aparato Thomson de lectura directa, colocados en una construccion especial en una colina situada a 24 metros sobre el nivel del mar en la bahía de Orange.

El cuadro siguiente indica el potencial correspondiente al promedio jeneral de todo el tiempo de la mision:

---

(79) *Mission Scientifique du Cap Horn*, 1882, 1883. 7 vols.—*Météorologie*, por J. Lephay. Tom. II, Paris, 1885.—*Magnetisme terrestre*, por T. O Lecannelier.—*Recherches sur la constitution chimique de l' atmosphère* par le Dr. Hyades, A. Muntz, A. Aubain.—Tom. III, Paris, 1886.

ELEMENTOS VOLTA

HORAS	Noviemb. de 1882	Diciemb. de 1882	Enero de 1883	Febrero de 1883	Marzo de 1883	Abril de 1883	Mayo de 1883	Primavera (2 meses)	Verano	Otoño (2 meses)	Año (7 meses)
1 A. M......	14.6	120.2	32.4	85.5	47.6	47.8	53.9	67.4	55.2	55.8	59.5
2 "	74.7	106.2	57.0	96.4	43.6	40.3	57.6	90.5	65.7	48.9	68.4
3 "	8.1	38.3	80.8	91.7	51.3	41.2	37.4	23.2	74 6	39.3	42.4
4 "	55	64.3	87.9	92.1	52.8	46.2	35.2	59.8	77.6	40.7	59.4
5 "	33.7	89.9	46.3	63.9	64.0	23 0	36.1	61.8	58.1	29.5	49.8
6 "	20.6	24.1	82.0	78.4	67.7	34 6	40.6	22.4	76 0	37.6	45.3
7 "	33.0	41.5	87.6	95.3	72 0	38.3	35.7	37.2	85.0	37.0	53.1
8 "	−10.5	74.6	75.0	99.5	56.2	42.9	54.1	32.1	76.9	48.5	52.5
9 "	− 6.6	96.5	89 3	106 2	75.1	49.9	58.0	44.9	90 2	53.9	63.0
10 "	31.9	66.4	105.2	124.5	63.0	38.7	63.8	49.1	97.6	51.2	66.0
11 "	25.5	11.0	124.1	120.5	46.6	44.2	85.8	18.2	97.1	65.0	60.1
Medio dia.....	55.8	77.1	114.5	110.2	42.6	52.4	72.3	66.4	89.1	62.3	72.8

HORAS	Noviemb. de 1882	Diciemb. de 1882	Enero de 1883	Febrero de 1883	Marzo de 1883	Abril de 1883	Mayo de 1883	Primavera (2 meses)	Verano	Otoño (2 meses)	Año (7 meses)
1 P. M.	28.9	75.7	118.1	94.7	66.6	61.2	75.2	52.3	93.1	46.5	64.0
2 "	36.1	165.5	121.6	79.9	67.8	78.1	70.5	100.8	89.8	44.9	78.5
3 "	33.4	53.9	74.5	97.5	52.6	94.6	65.1	43.6	74.9	37.4	52.0
4 "	14.9	59.1	78.5	93.2	70.7	52.1	63.3	37.0	80.8	40.4	52.7
5 "	24.1	69.8	65.1	82.5	67.6	47.4	45.3	46.9	71.7	35.8	51.5
6 "	19.9	114.1	72.6	105.5	72.1	23.5	51.3	67.0	83.4	41.7	64.0
7 "	0.4	9.8	48.5	106.4	70.5	32.5	27.3	5.1	75.1	37.5	39.2
8 "	30.4	83.3	75.6	91.8	79.9	27.2	60.9	56.8	82.4	41.2	60.1
9 "	44.6	70.2	94.4	104.5	10.1	40.9	65.1	57.4	69.7	34.8	54.0
10 "	44	88.7	94.9	56.2	70.4	53.4	72.3	46.5	73.8	36.9	52.4
11 "	31.5	56.9	18.7	107.9	53.0	37.7	54.0	44.2	59.9	39.9	44.7
Media noche.	22.8	76.3	64.2	96.1	74.4	26.1	56.7	49.5	78.2	39.1	55.6
Media..........	26.1	72.2	76.5	95.0	59.9	44.7	55.7	49.1	77.1	38.5	54.9

En cuanto a los otros fenómenos meteorolójicos relacionados con la electricidad atmosférica, la Mision del Cabo de Hornos llegó a las siguientes conclusiones:

Las nubes poseen una accion diferente sobre la aguja del electrómetro segun su forma, lluvia, cantidad de agua que cae, posicion, altura, etc., etc., en relacion con el punto de observacion;

Los cúmulus dieron influencia de signo +;

Los cirrus-stratus mui elevados, tension + de mas de 400 voltios;

Los nimbus, tension de signo negativo;

Las brumas i lluvias frias, tension + tambien;

El granizo, tensiones negativas estremadamente fuertes hasta producir chispas en el aparato;

La nieve, tension +, i tanto mas elevada cuanto mas grandes i considerables los copos.

Una observacion curiosa es que todas las lluvias fueron negativas, salvo tres o cuatro excepciones, subiendo el potencial a 700 voltios i mas en los aguaceros fuertes. Durante las tempestades con truenos, tension negativa.

Los vientos del N. i NE., secos i calientes, disminuyen la tension + i producen la — en algunas ocasiones.

Los vientos frios del S. i SW. dan tension + mas elevada que la normal.

B.—Obesrvaciones del potencial eléctrico de la atmósfera efectuadas en el Laboratorio de Física de la Universidad de Chile por el profesor don Luis L. Zegers.

AÑO 1886

13 de Noviembre

—242 } 250 reposo.
+258 } 50 pares zinc i platino.—Dif.=16°—1°=3.125 (El. Pl. Zn. H^2O.)

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
5.10 P. M.—248.3=	—2.04	24.5	0	W 2
5.20 „ —249 =	—1.2	24.2	0	W 2
5.30 „ —249.7=	—0.36	23.8	2	W 1
5.40 „ +250.2=	+0.24	22.8	2	W 1
5.50 „ —249.1=	—1.08	22.5	1	N W 1
6 „ +250.3=	+0.36	22.5	1	N W 1
8.30 „ —248.9=	—1.32	19	0	W 1
8.40 „ —249.9=	—0.12	19.1	0	W 1
8.50 „ —249.8=	—0.24	19.2	0	W 1
9 „ —249 =	—0.12	19,5	0	W 1
9.10 „ —248.9=	—1.32	19.2	0	W 1
9.20 „ —249 =	—1.20	19.8	0	W 1
9.30 „ —249.7=	—0.36	19.2	0	W 1

14 de Noviembre

—232 } 250—Dif.=36°
+268 }

h. m.		°		
12.35 P. M.—249.6=	—0.48	17.1	nublado 10	S W 4
12.45 „ —249.2=	—0.96	17	„ 10	S W 3
12.55 „ —248.8=	—1.48	17.1	„ 10	S W 3
1.5 „ —249 =	—1.2	17.2	„ 10	S W 3
1.15 „ —249.8=	—0.24	17.1	„ 10	S W 3
1.25 „ —248.6=	—1.68	16,8	„ 10	S W 3
1.25 „ —248.6=	—1.68	16.8	„ 10	S W 3
1.35 „ —249 =	—1.20	17	„ 10	S W 3
1.45 „ —248.9=	—1.38	17.2	„ 10	S W 3

h. m.		Tension	Temperatura	Cielo	Viento
1.55 P. M.	—249.1=	—1.08	17°.3	nublado 10	SW 2
2.5 „	—248.6=	—1.68	17.6	„ 10	S 1
4.10 „	—249.5=	—0.60	20.1	3	S 1
4.20 „	—249.1=	—1.08	20.2	2	S 1
4.30 „	—249.9=	—0.12	20.2	2	S 1
8.50 „	+250.9=	+1.08	15.1	0	0
9 „	+250.1=	+1.2	15.1	0	0
9.10 „	—249 =	—1 2	15.1	0	0

15 de Noviembre

—232 } 250—Dif.=36°
+268 }

h. m.					
10.45 A. M.	—246.5=	—4.20	14°.1	10	S 1
12.30 P. M.	—248.9=	—1.32	16.7	10	S 1
12.40 „	—249.8=	—0.24	16.1	10	S 1
1 „	—247.5=	—3	16.5	10	S 1
1.15 „	—248 =	—2.40	16	10	S 1
1.30 „	—246.8=	—3.84	16.1	10	S 1
1.45 „	—247 =	—3.60	16	10	S 1
2 „	—249.4=	—0.72	16.1	10	S 1
3.10 „	—247.1=	—3.48	16.8	10	S 1
3.35 „	—249.7=	—0.36	16.7	10	S 1
3.45 „	—249.2=	—0.96	16.6	10	S 1
4 „	—248 =	—2.40	16.9	10	S 1
4.15 „	—247.6=	—2.88	17	10	S 1
4.30 „	—247.9=	—2.52	16.8	10	S 1
4.45 „	—248.3=	—2.04	17	10	S 1
5 „	—249 =	—1.2	16.3	10	S 1
8.15 „	—249.9=	—0.12	15	7	0
8.30 „	—248 =	—2.40	16	7	0
8.45 „	—248.5=	—1.80	14.5	7	0
9 „	—249.6=	—0.48	15.1	5	0
9.15 „	—249.7=	—0.36	14.3	4	0

16 de Noviembre

−230 } 250 reposo.—Dif.=40°—Llovió entre 2 i 3 de la mañana.
+270 }

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
10.10 A. M.—249 =	— 1.20	18	7	S 1
10.20 „ —247 =	— 3.60	18.5	6	S 1
10.30 „ —249.7=	— 0 36	19	5	S 1
10.40 „ —246 =	— 4.80	19	4	S 2
10.50 „ +251 =	+ 1.20	19	3	S 2
11 „ —248 =	— 2.40	19	3	S 2
11.45 „ —246.5=	— 4.20	19	4	S 1
12 M. —246.8=	— 3.84	19	5	S 1
12.15 P. M.—242.1=	-- 9.48	19.7	3	S 2
12.30 „ —241.3=	—10.44	19	3	S 1
1 „ —248.2=	— 2.16	19.5	2	S 1
2.15 „ —247.7=	— 2.76	19.8	3	S 1
3.10 „ —247 =	— 3.6	20.1	5	S E 2
3.30 „ —247.4=	— 3.12	19.8	1	S E 2
4.10 „ —246.8=	— 3.84	20.1	2	S E 2
4.45 „ —247,7=	— 2.76	21	1	S 2
5 „ —246.6=	— 4.08	20.8	1	S 3
5.45 „ —247.5=	— 3	20.8	0	S 3
7 40 „ +250.7=	+ 0.84	16.2	0	0
9.20 „ —249.1=	— 1.08	16.5	0	S W 1
9.25 „ —249 5=	— 0.60	17	0	S W 1
9.30 „ —249.4=	— 0.72	17	0	S W 1

17 de Noviembre

−230 } 250 reposo.—Dif.=40°
+270 }

h. m.		°		
9.15 A. M.—148.7=	— 1.56	17.5	0	1
9.30 „ —149.4=	— 0.72	18	brumoso 0	1
9.35 „ +252 =	+ 2.40	18	„ 0	1
9.40 „ +252.5=	+ 3	18	„ 0	1
9.45 „ +253 =	+ 3.60	18	„ 0	1
9.50 „ 250 =	0	18	„ 0	1

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
9.55 A. M. +255.4=	+ 1.68	18	brumoso 0	1
10 „ +251 =	+ 1.20	18	„ 0	1
10.15 „ −248.5=	− 1.80	18.5	„ 0	1
10.30 „ −247.5=	− 3	18.5	„ 0	1
10.35 „ −249 =	− 1.20	18.5	„ 0	1
10.45 „ 250 =	0	19	„ 0	1
11 „ +250.5=	+ 0.60	19	„ 0	1
12.30 P. M. −247.5=	− 3	19.2	0	S W 1
12.40 „ +250.8=	+ 0.96	19.7	0	S W 1
12.45 „ +251 =	+ 1.20	19.8	0	S W 1
1 „ −247.7=	− 2.76	20.1	„ 0	S W 1
1.45 „ −245.9=	− 4.92	20.6	„ 0	S W 1
2.45 „ −248.5=	− 1.80	21 3	„ 0	S W 1
2.30 „ −248.2=	− 2.16	22.5	„ 0	S W 1
3 „ −247.7=	− 2.76	22.8	„ 0	S W 1
3.55 „ −247.6=	− 2.88	23.5	„ 0	S W 3
4.5 „ −246.5=	− 4.20	23.8	„ 0	S W 2
4.55 „ −248.8=	− 1.44	23.2	„ 0	N W 1
5.35 „ −249 =	− 1.20	22.6	„ 0	W 1
8.30 „ −247.1=	− 3.48	19.5	„ 0	C
8.35 „ −248 =	− 2.40	19.5	„ 0	C
8.40 „ −247.9=	− 2.52	19.5	„ 0	C
8.45 „ −245.9=	− 4.92	19.5	„ 0	C
8.50 „ −244.4=	− 6.72	19.5	„ 0	C
8.55 „ −245 =	− 6	19 5	„ 0	C
9 „ −246.5=	− 4.20	19.5	„ 0	C
9.5 „ −247.4=	− 3.12	19.5	„ 0	C
9.10 „ −246 =	− 4.80	19.5	0	C
9.15 „ −246.3=	− 4.44	19.5	0	C

18 de Noviembre

−233 } 250 reposo.—Dif.=34°
+267 }

h m.		°		
10.5 A. M. −247 =	− 3.60	19.5	0	W 1
10.10 „ −249.5=	− 0.60	19.5	0	W 1
10.15 „ −250 =	− 0	20	0	W 1
10.20 „ +250.7=	+ 0.84	20	0	W 1

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
10.25 A. M.—249 =	— 1.20	20	0	W 1
10.30 „ —249.5=	— 0.60	20.5	0	1
10.50 „ —248.7=	— 1.56	20.5	0	1
11 „ +251 =	+ 1.20	20.5	0	1
12.5 P. M.—248.8=	— 1.44	21	0	W 2
1.10 „ —248 =	— 2.40	22.5	0	2
1.15 „ —247.4=	— 3.12	22.5	0	2
1.20 „ —247 =	— 3.60	22.5	0	2
1.25 „ —248 =	— 2.40	22.5	0	2
1.30 „ —245.5=	— 5.40	22.5	0	2
1.35 „ —244.3=	— 6.84	22.2	0	2
1.40 „ —239.6=	—12.48	22	0	2
1.45 „ —241.5=	—10.20	22	0	2
1.50 „ —240 =	—12	22	0	2
1.55 „ —242 =	— 9.60	22	0	2
2.5 „ —245.5=	— 5.40	23	0	3
2.10 „ —247.3=	— 3.24	23	0	3
2.15 „ —249 =	— 1.20	23	0	3
2.20 „ —248 =	— 2.40	23.1	0	2
3.5 „ —247.1=	— 3.48	23.1	0	W 3
3.15 „ —247.4=	— 3.12	23.1	1	W 3
3.30 „ —247.9=	— 2.52	23.1	1	W 3
3.45 „ —247 3=	— 3.24	23.2	1	3
4 „ —246.7=	— 3.96	23.5	1	3
4.45 „ —246.7=	— 3.96	23.5	1	W 2
5 „ —249.3=	— 0.84	23	1	W 3
5.30 „ —247.4=	— 3.12	23	1	S W 1
8.45 „ —248.9=	— 1.32	19.8	0	S W 1
8.50 „ —247.6=	— 2.88	19.8	0	S W 1
8.55 „ —248 =	— 2.40	19.8	0	S W 1
9 „ —248.7=	— 1.56	19.8	0	S W 1
9.5 „ —248.5=	— 1.80	19.8	0	S W 1
9.10 „ —248.8=	— 1.44	19.8	0	S W 1
9.15 „ —248 =	— 2.40	19.8	0	S W 1
9.20 „ —248.1=	— 2.28	19.8	0	S W 1
9.25 „ —248.9=	— 1.32	19.8	0	S W 1
9.30 „ —248.9=	— 1.32	19.8	0	S W 1
9.35 „ —249 =	— 1.20	19.8	0	S W 1
9.40 „ —249 =	— 1.20	19.8	0	S W 1
9.45 „ —248.9=	— 1.32	19.8	0	S W 1

19 de Noviembre

−233.5 +266.5	Reposo	Colocado el colector a igual distancia de las aberturas de una ventana.

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
10.15 A. M.—249.6=	− 0.48	19.5	0	W 2
10.25 „ 250 =	0	19.5	0	2
10.30 „ −249.8=	− 0.24	19.5	0	2
10.35 „ +250.8=	+ 0.96	19.5	0	2
10.40 „ +251 =	+ 1.20	20	0	2
10.45 „ +251.5=	+ 1.80	20	0	2
10.50 „ +251.8=	+ 2.16	20	0	2
10.55 „ +251.4=	+ 1.68	20	0	2
11 „ +250.8=	+ 0.96	20	0	2
11.5 „ 250 =	0	20	0	2
12.40 P. M.+250.3=	+ 0.36	21	0	W 1
1 „ −248.3=	− 2.04	22	0	W 2
1.30 „ −247 =	− 3.60	22	0	2
2.5 „ −245 =	− 6	22	0	2
2.10 „ −238 =	−14.40	22	0	2
2.15 „ −236.5=	−16.20	22	0	2
3 „ −246 =	− 4.80	22	0	2
5 „ −247.5=	− 3	21	0	2
5.30 „ −242.5=	− 9	20.9	0	W 3
5.40 „ −247.8=	− 2.64	20.8	0	W 3

20 de Noviembre

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.		°		
9.45 A. M.+250.8=	+ 0.96	17	7	W 1
10 „ −229.8=	− 0.24	17	7	1
10.5 „ −249.2=	− 0.96	17	7	1
10.10 „ +251.3=	+ 1.56	17	7	1
10.15 „ −248 =	− 2.40	17	7	1
10.20 „ 250 =	0	17	6	1
10.25 „ +250.4=	+ 0.48	17	5	1
10.30 „ +256 =	+ 4.80	17	5	1
10.35 „ +254 =	+ 7.20	17.5	4	1
10.40 „ +253 =	+ 8.40	17.5	4	1
10.45 „ −249.2=	− 0.96	17.5	4	1

	Tension		Temperatura	Cielo	Viento
h. m.					
10.50 A. M. —248 =	— 2.40		18°	4	1
10.55 „ —249 =	— 1.20		18	4	1
11 „ —247 =	— 3.60		18	4	1
3 P. M. +251.5 =	+ 1.80		21	0	1
3.10 „ +253 =	+ 3.60		21	0	1
3.15 „ +251 =	+ 1.20		21	0	1
3.45 „ +252.8 =	+ 3.86		21	0	1
4 „ —249.5 =	— 0.60		21	0	1
4.30 „ +251 =	+ 1.20		21	0	1
4.50 „ —247.5 =	— 3		21.1	1	W 3
5.15 „ —249.9 =	— 0.12		21.5	1	W 1
9.45 „ +250.3 =	+ 0.36	Relámpagos de cordillera	17	0	W 1
9.50 „ +252 =	+ 2.40		17	0	W 1
9.55 „ —246.2 =	— 4.56		17	0	
10 „ +250.6 =	+ 0.72		17	0	

22 de Noviembre

h. m.					
9.15 A. M. —249.5 =	— 0.60		19.5°	0	1
9.30 „ +251 =	+ 1.20		19.5	0	1
9.45 „ +251.5 =	+ 1.80		19.5	0	1
10.45 „ 250 =	0		19.5	0	1
10.50 „ +253 =	+ 3.60		20.5	0	S W 1
10.55 „ +254 =	+ 4.80		20.5	0	S W 1
11 „ +253.5 =	+ 4.20		20.5	0	S W 1
1 P. M. —247.8 =	— 2.64		20.5	2	S W 2
1.15 „ —248 =	— 2.40		20.5	4	S W 2
2.45 „ 250 =	0		20.5	4	S W 2
3 „ —249.7 =	— 0.36		20.5	4	S W 2
3.20 „ —249.5 =	— 0.60		20.5	4	S W 2
3.30 „ —236.8 =	—15.84		20.5	4	S W 2
5 „ —246.9 =	— 3.72		22.8	3	S W 3
5.30 „ —249.3 =	— 0.84		22.2	3	S W 3
9 „ —248 =	— 2.40	Brumoso relám. en el SE	18.2	0	S 1
9.15 „ —246.6 =	— 4.08		18.2	0	S 1
9.30 „ —249.7 =	— 0.36		18.2	0	S 1
9.45 „ —249.1 =	— 1.08		18	0	S 1

—234 } 250.
+266 }

23 de Noviembre

	Tension	Temperatura	Cielo	Viento
h. m.				
10 A. M.+251.5=	+ 1.80	20°	0	S 1
10.5 „ +251 =	+ 1.20	20	0	S 1
10 10 „ +252 =	+ 2.40	20	0	S 1
10.15 „ +251 =	+ 1.20	20	0	S 1
10.20 „ +252.5=	+ 3	20	0	S 1
10.25 „ +253 =	+ 3.60	20	0	S 1
10.30 „ +254.5=	+ 5.40	21	0	S 1
11 „ +251 =	+ 1.20	21	0	S 1
2.40 P. M.—247 =	— 3.60	24.5	0	S 2
3 „ —242 =	— 9.60	24.5	1	S 3

Sucede, en ciertos dias, que con un cielo puro el electrómetro indica tension negativa bastante acentuada, pero esto no es sino momentáneo. Ordinariamente un cambio de signos mui rápido indica cambio de tiempo en corto espacio.

h. m.				
3.20 P. M.—246 =	— 4.80	24.5°	1	3
3.30 „ —248.8=	— 6.60	23.5	1	S W 3
4.30 „ —247.3=	— 3.24	23.4	0	W 3
4.45 „ —247.7=	— 2.76	23.6	1	W 2
5.30 „ —248.4=	— 1.92	23	0	2

RESÚMEN DE LAS OBSERVACIONES
CORRESPONDIENTES A DICIEMBRE DE 1886

FECHA DEL MES	AL AIRE LIBRE				BAJO TECHO			
	SOBRE EL SUELO		A 1 M. DE ALTURA		SOBRE EL SUELO		A 1 M. DE ALTURA	
	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.
1	51°30	2°70	33°70	5°15	30°	11°20	31°40	9°75
2	51.25	2.70	33.60	5	31	11.25	31.40	11
3	50.50	2.80	32	5.15	28	11.40	29	10.50
4	42.50	4.50	34.20	6.10	29	13.40	31	11.35
5	40.75	4.70	29.60	4.75	26.75	12	27.50	9.25
6	34	4.60	26.40	5.20	23	11.90	24.80	9.25
7	36.75	6	26.35	7	22.75	11.60	23.70	10.50
8	40.50	— 0.25	29.60	1.25	26	9	27.40	6.90
9	40.60	4.40	28.85	4.15	25.25	10.70	26.70	9
11	47.30	8.70	34.60	7.15	28.50	14.60	30.40	12.25
12	54.60	11	34.10	9.50	28.25	16.70	29.50	15
13	44.25	12.50	35	8.75	29.25	16.30	29.60	14.25
14	46.75	9.90	30.80	6.85	25	15	26	12.50
15	47.75	9.40	31.10	5.25	24.75	12.50	26.30	9.60
16	50.25	10	33.40	7	27.50	14.35	29	12.25
17	47.25	12.10	33.60	10.10	27.50	17.10	28.70	15.60
18	48.50	13	32.70	9.50	25.60	15.80	26.70	14.50
19	48.70	3.80	34.20	6.50	20	14.40	29.70	12.50
20	52.60	10.70	34.50	8.25	27.75	16	29.40	13.90
21	51	11.10	36.60	8.80	29.50	16.80	31.40	14.75
22	48	10.40	30	7.20	24.75	15.60	25.80	13
23	37.25	12.10	32.80	6.70	26	14.90	27.40	12.50
24	45.80	10.60	32.50	7.50	26	16	27.50	13.70
25	40.40	9.30	32.60	5.75	25.75	15	27.30	12.25
26	41	9.75	29.60	5.75	24.25	15	24.40	12.60
27	19.25	12.70	16.50	6.25	20.50	13.70	15.40	12.45
28	35.75	6.70	24.80	2.40	18.75	10.80	19.60	8.75
29	34.70	7	29.40	3.20	23.50	11.80	25.80	10
30	32.20	9.40	30.40	6.20	25	15	26	13.25
31	33.25	10.50	29.40	6	24	14.60	25	12.75

Las observaciones del dia 10 figuran en el cuadro siguiente.

SANTIAGO

Electricidad atmosférica el 10 de Diciembre de 1886

HORAS	Signo	N.º de divisiones de la escala	Tension en elementos zinc, cobre, agua.	Termómetro seco	Termómetro húmedo.	Humedad relativa.	Cielo	Viento direccion fuerza
Noche								
12	+	1.5	1.95	18.8	13.1	48	0	C 0
12.15	+	2	2.6	18.6	13.6	53	0	„
12.30	+	1	1.3	18.4	13.6	55	0	„
12.45	+	11	14.3	18.2	13.4	55	0	„
1 A. M.	+	10	13	18.2	13.3	54	0	„
1.15	+	18.7	24.2	18	13.5	57	0	„
1.30	+	15.5	20.1	18	13.5	58	0	„
1.45	+	20.8	27	17.7	13.2	59	0	„
2	+	18	23.4	17.7	13.2	59	0	„
2.15	+	9	11.7	17.6	13.1	57	0	„
2.30	+	17.5	22.7	17.6	13.1	57	0	„
2.45	+	18	23.4	17.4	13.1	58	0	„
3	+	18.2	23.7	17.6	12.1	57	0	„
3.15	+	14	18.2	17.2	13.	59	0	„
3.30	+	13	16.9	17.2	13.	59	0	„
3.45	+	21	27.4	17.2	13.1	60	0	„
4	+	28	36.5	17.2	13.1	60	0	„
4.15	+	6	7.8	17.1	13.1	61	0	„
4.30	+	3	3.9	17	13	61	0	„
4.45	+	3.5	4.6	17	13	61	0	„
5	—	4	5.2	16.9	12.9	59	0	„
5.15	+	5	6.5	16.8	12.8	59	0	„
5.30	—	20	26.1	17	13	61	0	„
5.45	—	11	14.3	17.2	13.1	60	0	„
6	—	24	31.3	17.3	13.2	60	0	„
6.15	—	40	52.2	17.4	13.2	59	0	„
6.30	—	17	22.2	17.5	13.2	58	0	„
6.45	—	2	2.6	17.4	13.2	59	0	„
7	—	16	20.9	17.6	13.3	58	0	„
7.15	+	12	17.6	17.8	13.5	58	0	„
7.30	+	14	18.3	18.1	13.7	57	0	„
7.45	+	20	26.1	18.4	14	59	0	„
8	+	15	19.6	18.4	14.2	60	0	„
8.15	+	8	10.4	18.4	14	59	0	„

HORAS	Signo	N.º de divisiones de la escala.	Tension en elementos zinc, cobre, agua.	Termómetro seco	Termómetro húmedo.	Humedad relativa.	Cielo	Viento direccion fuerza
8.30	+	11	14.3	18.4	14	59	0	C 0
8.45	—	2	2	19	14.5	58	0	,,
9	+	4.5	5.9	19.2	15	61	0	,,
9.15	+	10	13	19.4	15	60	0	,,
9.30	+	1	1.3	19.8	15	57	0	,,
9.45	—	4	5.2	20.	15.1	55	0	,,
10	—	8	10.4	20.8	15.1	50	0	,,
10.15	—	1	1.3	20.8	15.1	50	0	,,
10.30	—	3	3.9	20.8	15.2	51	0	SW 1
10.45	—	1	1.3	20.8	15	50	1	,,
11	+	2	2.6	20.8	14.7	47	1	,,
11.15	+	2	2.6	20.9	15	50	2	,,
11.30	+	4	5.2	21	14.8	46	2	,,
11.45	+	3	3.9	21	15.4	51	2	,,
Medio dia	+	1	1.3	21.7	15.1	45	3	,,
12.15	+	3.2	4.1	23	15.1	38	3	SW 2
12.30	+	2.9	3.8	21.9	15.2	44	3	SW 1
12.45	—	4	5.2	22.2	15.4	44	3	SW 2
1	—	5	6.5	22.2	15.6	45	3	,,
1.15	—	1.9	2.5	22.4	15.7	44	3	,,
1.30	—	7.7	10	22.7	16	54	3	SW 3
1.45	—	5.6	7.3	23.2	16.2	45	2	SW 2
2	—	7.2	9.6	23.2	16.3	45	2	,,
2.15	—	8	10.4	23.2	16.4	45	2	,,
2.30	—	4.4	5.7	23.2	16.5	46	2	,,
2.45	—	3.4	4.4	23.4	16.6	45	2	,,
3	—	6	7.8	23.8	16.8	44	2	,,
3.15	—	1.5	2	23.6	16.8	45	2	SW 1
3.30	—	5	6.5	23.5	16.8	46	2	SW 2
3.45	—	12	15.6	23.9	16.9	44	2	,,
4	—	10	13	24	17.2	47	2	,,
4.15	—	12.9	16.8	24.1	17.3	47	1	,,
4.30	—	4.5	5.8	24.2	17.2	46	1	,,
4.45	+	2.5	3.2	24.1	17.3	47	2	,,
5	—	1.2	1.6	24.1	17.1	46	2	SW 3
5.15	—	3	3.9	24.1	17.1	46	2	,,
5.30	—	7.6	9.9	23.9	17.1	47	2	SW 2
5.45	—	3	3.9	23.8	17.1	48	1	,,

HORAS	Signo	N.º de divisiones de la escala.	Tension en elementos zinc, cobre, agua.	Termómetro seco	Termómetro húmedo.	Humedad relativa.	Cielo	Viento direccion fuerza
6	—	3	3.9	23.6	17	48	1	SW 2
6.15	—	3.1	4	23.4	17.1	49	1	,,
6.30	—	11.7	15.2	23.4	17	49	0	,,
6.45	—	14.3	18.6	23.5	16.9	47	0	,,
7	—	14.5	18.8	22.1	16.7	48	0	SW 1
7.15	—	10.4	13.5	22.7	16	49	0	,,
7.30	—	10.2	13.3	22.5	16.5	50	0	,,
7.45	—	3.9	5.0	22.4	16.4	50	0	,,
8	—	3.1	4	21.8	15.8	49	0	,,
8.15	—	4	5.2	21.4	15.2	48	0	,,
8.30	—	5.7	7.4	21.3	15.2	40	0	,,
8.45	—	7.7	10	21.1	15.5	51	0	C 0
9	—	36.2	47	21.3	15.7	51	0	,,
9.15	—	34.7	45.1	21.2	15.7	52	0	,,
9.30	—	31	4	20.8	15.4	53	0	,,
9.45	—	40.2	52.26	20.7	15.4	53	0	,,
10	—	39	50.7	20.9	15.6	53	0	,,
10.15	—	28.2	36.7	20.5	15	52	0	,,
10.30	—	12.8	16.6	20.4	15	53	0	,,
10.45	—	4.4	5.7	20.2	15	54	0	,,
11	—	0.7	0.9	20	15	55	0	SE 1
11.15	+	3.3	4.3	20	14.7	52	0	,,
11.30	+	4.8	6.3	20.2	15.2	55	0	C 0
11.45	+	7.6	9.6	20.2	15.2	55	0	SE 1
Media noche	+	9.5	12.3	20	15.2	57	0	C 0

Los cuadros que anteceden consignan las observaciones del profesor Zegers, tomadas, de 15 en 15 minutos, durante las 24 horas del dia 10 de Diciembre de 1886, los cuales acaba de publicar en su TRATADO ELEMENTAL DE FÍSICA JENERAL. T. IV, Santiago, 1905.

C.—Observaciones del profesor J. M. Anrique hechas en colaboracion con el autor de este trabajo en Santiago, en 1889

Santiago de Chile.............	Latitud.........................	33°26′42″S
	Lonjitud.........................	70°40′36″O
	Altitud.........................	560 m.

ELECTRÓMETRO THOMSON DE LECTURA DIRECTA.—OBSERVACIONES DIARIAS TOMADAS A LAS 12 M. A 1 M. 25 EN EL 2º PISO DEL GABINETE DE FÍSICA DEL EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD.

Mes de Junio de 1889

Dias	Potencial eléctrico	OBSERVACIONES	
1	+52	Lluvia en la noche del dia 1º	
2	—10	Lluvia de 9.30 a 12 P. M. el día 2.	
3	+20		
4	+26	*Promedio de la temperatura mensual*.........	8°.08
5	+28	Máximum..	19.0
6	+18	Mínimum..	0.4
7	+30	Oscilaciones..	18.6
8	+30		
9	+42	*Promedio del barómetro*..............................	718.39
10	+46	Máximum..	23.10
11	+47	Mínimum..	13.17
12	+46	Oscilaciones..	9.93
13	+44		
14	+38		
15	+42		
16	+50		
17	+51		
18	+53		
19	+49		
20	+48		
21	+51		
22	+52		
23	+52		
24	+48		
25	+50		
26	+56		
27	+58		
28	+57		
29	+61		
30	+63		

Mes de Julio de 1889

Dias	Potencial eléctrico	OBSERVACIONES	
1	+59	Lluvia fuerte el dia 17, de 1 a 11 P. M.	
2	+59	„ en los dias 23-24, de 6.30 P. M. a 3 A. M.	
3	+48	„ en los dias 27-28, de 6 a 7 P. M.	
4	+47	„ durante la noche del dia 30.	
5	+46		
6	+48	*Promedio de la temperatura*	7.3°
7	+49	Máximum	17.8
8	+49	Mínimum	0.5
9	+51	Oscilaciones	18.3
10	+51		
11	+52	Este mes fué el de la temperatura mínima del año	
12	+53		
13	+54	*Promedio del barómetro*	718.47
14	+56	Máximum	23.34
15	+58	Mínimum	13.16
16	+48	Oscilaciones	10.18
17	—18		
18	+15		
19	÷17		
20	+23		
21	+25		
22	+29		
23	+53		
24	+65		
25	+69		
26	+59		
27	— 8		
28	+16		
29	+20		
30	+46		
31	+52		

Mes de Agosto de 1889

Dias	Potencial eléctrico	OBSERVACIONES	
1	+46	Lluvia los dias 16-18, de 10 P. M. a 6 A. M.	
2	+32	,, los dias 19-21, de 8 P. M. a 2 P. M.	
3	+31	Llovizna el dia 26, de 1 A. M. a 4.30 P. M.	
4	+30		
5	+29	*Promedio de la temperatura*...........................	7.51°
6	+31	Máximum..	18.6
7	+31	Mínimum......................	0.5
8	+31	Oscilaciones..	18.1
9	+33		
10	+37	*Promedio del barómetro*................................	719.49
11	+39	Máximum..	26.83
12	+45	Mínimum..	14.76
13	+47	Oscilaciones..	12.07
14	+49		
15	+49	Este mes fué el de máximum de todo el año.	
16	—10		
17	+63		
18	+59		
19	+62		
20	+62		
21	+59		
22	+42		
23	+43		
24	+46		
25	+49		
26	—12		
27	+39		
28	+43		
29	+59		
30	+51		
31	+57		

D.—Serie de observaciones del autor

I.- OBSERVACIONES EN SANTIAGO

ELECTROMETRO THOMSON DE LECTURA DIRECTA.—PROMEDIO DE OBSERVACIONES DIARIAS TOMADAS A LAS 12 M.—EL NÚMERO 72.5 DE LA ESCALA CORRESPONDE A 2,000 VOLTIOS

AÑO DE 1890

MESES	Potencial eléctrico: Potencial	Potencial eléctrico: Observaciones	Promedio de temperat.	Promedio del barómetro	Promedio del psicrómetro	Hidrometeoros: Neblinas	Hidrometeoros: Rocío	Hidrometeoros: Heladas	Hidrometeoros: Lluvias
Enero....	+42	Potencial negativo los dias 2, 3 i 4	19.59	715 95	57	...	...	...	Dia 3.
Febrero.	+33	....	19.05	14.95	62	2	...	...	" 6.
Marzo...	+49	....	16.10	16.32	69	3	12	...	
Abril....	+59	Potencial negativo los dias 9, 27 i 29	14.19	17.09	75	5	20	...	" 10, 11, 28, 29 i 30.
Mayo....	+53	....	9.11	18.37	81	10	15	11	" 1 i 28.
Junio....	+62	Potencial negativo los dias 11, 12, 15, 23, i 27.	7.72	17.89	79	7	7	14	" 13, 14, 16, 24, 29 i 30.
Julio.....	+61	Potencial negativo los dias 14, 17, 19 i 21.	6.58	18.31	79	6	8	13	" 1.°, 2, 3, 15, 16, 20 i 25.
Agosto..	+55	Potencial negativo los dias 9, 18, 23, 25, 28 i 30.	7.78	19.07	77	6	7	...	" 11, 12, 19, 20, 21, 22, 24 i 29.
Setiemb.	+51	Potencial negativo los dias 11 i 23	11.04	18.90	67	...	12	...	" 12, 14, 15, 16 i 17.
Octubre.	+47	....	13.71	17.17	66	2	11	...	" 1 i 3.
Novbre..	+42	Potencial negativo el dia 2	18.02	16.14	61	...	20	...	
Diciemb.	+37	....	20.14	16.31	54	...	20	...	" 5 i 11.

Temperatura: Máx. de 29°.7 en 21 Dicbre. — Mínimum de −0.5 en 25 de Agosto

Barómetro: Máxim. 724.77 en 24 de Agt. — Mínim.: 711 22 en 22 de Dicbre.

Psicrómetro: Hum. máx.: 0.98 en 7 Mayo — Humedad minim.: 0.16 en 15 de Nov.

II.—OBSERVACIONES HECHAS EN ARAUCO EN ENERO

DÍAS	POTENCIAL ELÉCTRICO			PROM. DE TEMPERATURA			PROMED. DEL BARÓMETRO		
	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo
1	+26	+32	+24	18°.10	16°.16	16°.50	754.88	754.54	755.55
2	+28	+26	+28	18.00	16.73	16.73	54.45	58.65	55.51
3	+24	+25	+23	17.35	17.32	14.83	55.73	58.95	55.33
4	+32	+24	+34	16.16	19.16	14.43	53.51	59.51	54.98
5	+24	+23	+25	17.35	19.10	17.00	55.87	56.07	55.61
6	+22	+23	+24	18.57	19.50	15.07	59.63	55.81	55.51
7	+20	+22	+22	19.23	19.27	15.00	65.63	55.58	56.93
8	+18	+22	+27	18.27	17.27	17.33	55.42	56.35	57.63
9	+16	+28	+24	20.27	17.20	18.83	55.02	57.04	58.99
10	+18	+26	+22	19.83	18.80	16.57	57.15	57 89	58.93
11	+19	+22	+20	19 53	18.83	15.83	58.02	58.08	56.99
12	+18	+21	+24	20.50	18.60	17.76	55.73	58.28	55.42
13	+16	+19	+24	21.17	19.53	16.83	54.03	55.54	56.51
14	+17	+18	+26	21.60	18.83	18.38	55.02	55.53	57.93
15	+14	+22	+23	22.17	15.83	17.00	55.30	55.16	57.71
16	+15	+25	+22	20.17	15.73	17.17	54.09	56.94	57.14
17	+21	+24	+21	19.39	15.83	16.50	54.19	57.40	57.86
18	+18	+26	--18	18.93	16.00	15.83	55.31	58 92	57.96
19	+15	+23	—19	17.33	16.19	15.51	56.10	58 44	58.01
20	+13	+23	+32	19.10	17.00	16.00	56.19	56.95	57.79
21	+14	+22	+29	19.30	18.00	11.76	59.96	55.90	55.37
22	+19	+19	+24	20.43	18.87	14 00	56.56	58.51	59.65
23	+18	+19	+23	20.32	17.77	16.83	55.15	55.91	60.32
24	+18	+17	+25	19.47	18.00	15.67	56.36	56.20	57.90
25	+17	+16	+19	19.50	17.50	15.67	58.51	55.88	56.36
26	+16	+14	+18	19.82	14.17	14.44	56.66	55.78	57.02
27	+22	+15	+18	21.00	17.87	15.83	56.45	55.76	58.67
28	+26	+16	+16	20.36	16.83	15.50	55.14	55.67	58.11
29	+29		+21	19.33		14.76	55.16		57.31
30	+31		—10	16.33		14.67	55.14		57.60
31	+22		+21	16.54		14.50	55.14		56.86

FEBRERO I MARZO DE 1891 { Latitud............ 37° 13′ 30″ S
Lonjitud.......... 72° 41′ O
Altitud............ 7 m.

PROM. DEL PSICRÓMETRO			ESTADO ATMOSFÉRICO			VIENTOS		
Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo	Enero	Febrero	Marzo
81	70	70	D.	Np.	D.	SW1	SW1	C
83	76	36	Np.	D.	Np.	S1	N2	SW1
85	86	88	D.	...	D.	SW2	SW1	SW2
58	59	83	N.	...	Ni.	S2	C	SW1
78	67	78	D.	..	D.	SW1	S2	C
68	67	83	...	...	N.	S1	C	SW1
65	73	84	...	Np.	D.	S2	W1	SW1
67	76	71	...	D.	Np.	S2	NW2	NW1
70	82	68	...	Ni.	D.	SW2	C	SE1
73	69	58	...	Np.	...	SE1	S2	S1
69	67	78	Np.	D.	...	C	SW2	SW2
59	59	82	D.	...	N.	SW1	SW2	C
69	72	76	...	...	D.	S2	SW2	SE2
70	67	74	...	..	...	SW1	SW1	SE1
61	83	69	...	...	Ni.	SW2	NW1	SW2
70	80	80	...	N.	D.	SW1	SE1	SE1
70	66	82	N.	Np.	...	NW1	SW1	SW1
73	65	58	D.	Np.	...	C	SW2	NE1
60	63	77	...	D.	Np.	SW2	C	SE1
60	68	79	...	...	Ll.	C	C	N
74	68	71	...	...	Ll.	C	SW1	N2
70	71	81	Np.	...	Np.	S2	SW2	C
68	71	77	D.	Np.	D.	C	W1	SE1
64	71	60	...	D.	N.	C	C	S1
74	68	59	...	...	Np.	S2	SE1	C
70	69	74	...	...	D.	C	SW1	N1
65	69	73	Ni	...	...	NW1	C	NW1
82	61	72	N.	...	N.	NW1	C	SW1
82		70	N.	...	D.	O1		C
84		79	Np.	...	Ll.	C		N
74		75	D.	...	D.	SW2		N2

III.—OBSERVACIONES HECHAS EN LOTA EN ABRIL,

DIAS	POTENCIAL ELÉCTRICO			PROM. DE TEMPERATURAS			PROMEDIO DEL BARÓMETRO		
	Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio
1	+ 34	+ 28	+ 28	13.67°	18.07°	12.83°	762.40	753.08	759.98
2	+ 36	+ 30	+ 30	14.97	13.37	13.27	63.37	56.17	55.44
3	+ 35	+ 35	— 28	16.67	14.83	12.33	62.03	59.71	54.06
4	+ 35	+ 35	+ 30	19.00	14.17	12.00	58.97	59.74	57.68
5	+ 37	+ 37	+ 31	16.00	13.87	10.92	55.76	59.09	60.08
6	+ 38	+ 41	+ 29	13.20	13.83	9.00	53.93	58.97	60.73
7	+ 30	+ 39	+ 29	14.50	14.67	8.83	58.80	59.16	61.79
8	+ 30	+ 34	+ 29	14.60	14.67	9.17	60.80	59.07	64.16
9	+ 38	+ 34	+ 39	14.83	13.33	9.33	60.22	60.41	62.27
10	+ 38	+ 34	+ 48	14.17	14.83	9.33	61.73	61.11	60.67
11	+ 38	+ 34	+ 48	15.50	14.50	9.67	58.68	60.84	59.86
12	+ 38	+ 34	+ 48	15.00	14.67	11.50	54.86	61.69	56.97
13	+ 38	+ 42	+ 48	12.67	12.67	10.83	58.69	61.07	60.33
14	+ 41	+ 45	+ 48	16.67	12.17	10.00	57.82	60.41	59.42
15	+ 41	+ 47	+ 43	13.33	11.93	9.50	57.81	60.77	59.13
16	+ 49	+ 46	+ 40	13.43	12.00	7.93	59.45	60.75	57.23
17	+ 52	+ 49	+ 39	12.23	12.00	11.60	61.42	59.57	57.74
18	+ 53	+ 49	+ 42	12.83	12.33	10.73	61.69	59.72	56.25
19	+ 53	+ 54	+ 40	13.43	12.67	11.80	60.56	59.76	54.22
20	+ 53	+ 54	+ 44	12.50	12.50	12.60	58.47	58.00	54.60
21	+ 55	+ 62	+ 54	12.60	13.50	12.83	60.27	53.87	56.57
22	+ 55	+ 66	+ 62	13.50	13.00	12.67	58.08	57.66	53.95
23	+ 48	+ 31	+ 26	12.50	12.33	13.00	51.51	58.77	52.92
24	+ 58	—28	+ 60	13.00	10.67	12.67	56.87	58.89	52.54
25	+ 54	+ 48	+ 55	13.10	11.67	12.00	60.30	58.04	55.58
26	+ 62	+ 60	+ 63	14.00	13.00	11.50	61.63	57.06	61.11
27	+ 62	+ 55	+ 63	14.50	13.00	10.17	62.24	60.61	57.95
28	+ 56	+ 48	+ 60	14.27	12.60	12.17	62.05	60.75	50.01
29	+ 52	+ 44	+ 55	14.17	12.00	11.57	58.99	60.76	51.01
30	+ 48	+ 42	+ 48	15.17	11.60	11.50	59.14	59.69	59.50
31		+ 45						59.02	

MAYO I JUNIO DE 1891 { Latitud........... 37° 5′ 20″ S
Lonjitud......... 72° 41′ O
Altitud........... 15 m.

FROM. DEL PSICRÓMETRO			ESTADO ATMOSFÉRICO			VIENTOS		
Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio
66	73	78	D.	D.	N.	SW2	S1	W1
66	91	76	Np.	N.	...	SW1	N1	N3
75	81	88	D.	Np.	Ll.	N1	C	NW2
68	80	92	D.	D.	Ni.	SW1	S1	NW1
81	79	81	Ni.	Np.	D.	C	S2	S1
86	75	76	Np.	D.	...	SW1	...	C
84	84	65	Np.	G.	...	SW1	C	S^1
74	84	73	D.	N.	...	NW1	S1	SE1
79	82	76	D.	D.	N.	C	SW1	NE1
62	70	67	...	...	D.	C	C	SE1
63	84	76	...	...	...	SW2	SW1	SW1
71	80	82	...	Ni.	...	SW1	W	S1
75	76	76	Ni.	N.	...	SE1	SW1	S1
63	81	73	D.	Np.	...	SW2	S1	SE1
84	81	76	N.	D.	...	SW1	C	SW1
73	78	83	N. Ni.	...	...	SE1	NW1	C
60	82	80	D.	...	N.	C	...	NW1
73	87	83	...	N.	D.	SE1	C	C
64	85	85	...	...	N.	C	W2	N2
73	91	92	...	G.	Ll.	SE2	NW1	N3
71	90	91	...	Ni.	Ll.	SE1	C	NW3
71	90	85	...	Ll.	N.	SE2	NW2	N2
85	93	88	Ll.	Ll.	Ll.	S2	W1	NW2
87	78	90	Np.	N.	N.	N2	S1	W3
92	83	89	Ni.	Ll.	Ll.	W1	SW1	NW2
87	87	86	...	N	Ll.	C	S1	NW3
81	82	88	D.	D.	Np.	SE1	SW2	C
81	73	81	...	...	D.	SW2	SE1	N1
80	80	91	...	..	...	S1	S1	NE3
79	70	75	...	...	Ll.	...	SW1	C
	78			...		...	E2	...

IV. — OBSERVACIONES PRACTICADAS EN CONCEPCION EN JULIO DE 1891

Latitud .... 36° 49′ 37″ S
Lonjitud.......... 72° 50′ O
Altitud............ 13 m.

Dias	Potencial eléctrico	Promedio de temperat.	Promedio del barómetro	Promedio del psicrómetro	Estado atmosférico	Vientos
		°				
10	+36	11.33	759.62	73	D.	C
11	+38	11.40	59.02	79	Np.	W2
12	+34	9.80	58.79	77	D.	C
13	+34	10.17	62.73	75	D.	C
14	+38	9.40	60.29	73	N.	E2
15	+39	7.20	60.09	83	N.	EN2
16	+39	7.80	61.10	78	Np.	SE1
17	+40	10.00	62.34	79	N.	NW
18	—49	8.30	62.37	77	N.	W2
19	—32	9.50	55.29	76	Ll.	NW
20	+51	10.67	55.29	84	Ll.	NW2
21	+48	9 83	58.02	83	Ll.	N2
22	+42	9.50	64.33	75	D.	C
23	+38	11.00	62.92	87	D.	C
24	+28	11.50	62.57	86	D.	C
25	+39	11.33	59.87	85	N.	W2
26	—40	9.70	59.83	77	N.	NW2
27	+36	8 83	59.76	66	Ll.	N2
28	+26	9.70	57.55	75	Ll.	NW2
29	+42	10.67	60.49	76	D.	S
30	+36	10.50	61.22	83	D.	S
31	+38	11.83	58.95	83	N.	E2

ANOTACIONES

Estudiando las apuntaciones anteriores en relacion con otros fenómenos meteorolójicos, se ve, en las que corresponden a la bahía Oranje, que el máximum del potencial pertenece al verano, al mes de Febrero, con 95°0, i el mínimum al mes de Noviembre con 26°1; es decir, la inversa de lo que ocurre en

los climas de Europa occidental, cuyo máximum corresponde a los meses de Enero i Febrero, en pleno invierno.

La temperatura media del indicado mes de Febrero, fué de 8°92, oscilando entre el máximum de 24°5 i el mínimum de 0°0.

La de Noviembre fué de 6°83, oscilando en re 15°9 i —0°5. (La temperatura menor fué durante todo el tiempo que funcionó la mision, de —5°6, el 13 de Junio, habiendo alcanzado a 2°33 la temperatura media de todo el mes).

Correspondió al mínimum del potencial (en Noviembre) a la presion atmosférica de 741 mm., 889 como término medio, oscilando entre 756 mm. i 728 mm.; i al máximum del mes de Febrero la presion atmosférica de 749 mm. 029, oscilando entre 761 mm. i 721 mm.

El estado higrométrico medio del aire llegó en el mes de Febrero a 80.64. El mínimum en el mismo mes fué de 38.

I en el mes de Noviembre el promedio alcanzó a 82.39; i el mínimum fué de 41.

En el resúmen de las observaciones hechas en el gabinete de física de la Universidad, correspondiente al mes de Diciembre de 1886, los máximums de los potenciales positivos fueron: al aire libre 54.60, i bajo techo 31.40; i los mínimums: en el primer caso 1.25 i en el segundo 6.90.

En las anotaciones de los meses de Junio, Julio i Agosto de 1889 referentes a Santiago, el potencial positivo mas alto que hubo en cada uno de estos meses, fué de 63, 69 i 63, respectivamente; i los mínimums 18, 15 i 29.—El potencial negativo menor, corresponde al número 8.—Las máximas de presion alcanzaron a 723.10, 723.34 i 726.83; i las mínimas a 713.17, 713.16 i 714.76.

En el resúmen de 1890, el máximum corresponde al mes de Junio, con el número 62; el potencial inferior al mes de Febrero, con el número 33. Para el mes de Junio la presion atmosférica corresponde a 717.89 mm., i para el mes de Febrero la de 714.95 mm.

Las observaciones de Arauco dan el máximum de 34 i el mínimum de 14, correspondiendo respectivamente una presion atmosférica de 759.98 mm. i de 714.17 mm.

Las de Lota alcanzaron un máximum de 66° i un mínimum

de 26°; siendo la presion atmosférica mas alta rejistrada en el período que abarcan nuestras observaciones de 764.16 mm., i de 750.01 mm. la mas baja.

El máximum en Concepcion fué de 51° i el mínimum de 26°. Las presiones barométricas estremas están indicadas con los números 762.37 i 757.55.

NOTA.—El autor de esta memoria presentó al Primer Congreso Médico Latino Americano, celebrado en Santiago de Chile en Enero de 1901, un resúmen de las anotaciones teóricas que contiene el presente trabajo i una serie de cuadros gráficos referentes a los últimos estudios esperimentales sobre el potencial eléctrico de la atmósfera.

En la última sesion de Hijiene, celebrada el séptimo dia de trabajos del Congreso (el 8 de Enero) bajo la presidencia del doctor Nicolas Aguilar, delegado del Salvador i del delegado de Guatemala, doctor Manuel Arroyo, Vice presidente, se discutió este interesante tema. (Por un error de omision no se hallan consignados estos detalles en las actas oficiales del Congreso, a pesar de haberse publicado en todos los diarios del pais i en las revistas médicas correspondientes al mes de Enero de 1901.)

El doctor Mourgues, de Valparaiso, analizó algunos detalles de esta tésis i elojió su presentacion, por ser un estudio nuevo, de alto interes científico i mui digno de proseguir sus investigaciones; pidió al autor que presentase una conclusion en que precisase la necesidad de propagar estos estudios para el mejor conocimiento de la jeografía médica.

El doctor Emilio Puga, de Temuco, sostuvo análogas espresiones i agregó algunas ideas sobre el interes que tiene para el médico conocer los factores del medio ambiente que ejercen influencia tan decisiva sobre la salud, entre los cuales la electricidad, indudablemente, debe ser un ajente de importancia; aplaudió la novedad del trabajo i manifestó que a su juicio no deberian dejarse de la mano estas investigaciones.

El autor propuso a la consideracion de la Seccion de Hijiene la siguiente proposicion, que fué aprobada por unanimidad, acordándose entregarla a la mesa directiva del Congreso:

«La Seccion de Hijiene del Primer Congreso Médico Latino Americano, tomando en cuenta el alto interes científico, i mui especial para la climatolojía médica, que tiene el mejor conocimiento del estado i cambios del potencial eléctrico de la atmósfera i sus influencias sobre la salud, acuerda recomendar estos estudios e indica la conveniencia de que se instalen, anexos a los observatorios meteorolójicos, servicios especiales para dichas investigaciones.»



nando los poten

7 1898 y 189



ERRATAS MAS NOTABLES

Pág.	Linea	Dice	Léase
147	14		*ἤλεκτρον*
149	3	Leyden	Leyde
149	3 (nota)	*De la Rives*	*De la Rive*
150	36	De la Rives	De la Rive
151	1 (nota)	Academie	Academie Imperial
152	9	*scinte-*	*scintil-*
152	27	*Etectrómetros*	*Electrómetros*
152	28	*ηετρον*	*μέτρον*
152	28	*ἤλεκτρον*	*ἤλεκτρον*, ámbar,
152	29	estermi-	determi-
153	2 (nota)	institulado *Electridad*	intitulado *Electricidad*
156	2	TEORÍA	TEORÍAS
156	4	ATMOSFERAA	ATMÓSFERA
156	12	M. de 9	m. de q.
157	9 (nota)	310^{10}	3.10^{10}
157	22 id.	1.7	0.7
157	23 id.	0.5	50
158	2 id.	c. g. o.	c. g. s.
158	5	48.800	48.600
158	13	De la Rue	De la Rive
158	14	J. E. M.	F. E. M.
159	15	evaporizaciones	evaporaciones
160	29	Geslie	Leslie





OBRAS DEL MISMO AUTOR

PUBLICADAS

1. **Electroterapia de las enfermedades del cerebro.** Memoria publicada en la *Revista Médica de Chile*. Tomo [illegible].
2. **Anestesia, su historia, estudio de los medicamentos anestésicos i sus aplicaciones clínicas.** Memoria que obtuvo primer premio i diploma de medalla de oro en el Certamen científico del Círculo de Estudios Médicos, de alumnos de Medicina. [illegible] Santiago de Chile, [illegible].
3. **La Difteria.** Cartilla hijiénica popular, publicada en Mendoza (R. A.), [illegible].
4. **El Mosquito.** [illegible]
5. **[illegible]** [illegible]
6. **[illegible]** [illegible]
7. **Sanatorios marítimos para niños linfáticos, escrofulosos i raquíticos. Necesidad de establecerlos en Chile.** Comunicación [illegible] V Congreso Científico Jeneral de Chile, celebrado en [illegible] Febrero al [illegible] de Marzo de 1898. Santiago, 1898.
8. **Poikilocitosis.** Santiago, 1898. (Se publicó en [illegible] 1898 i [illegible] 1899.)
9. **Arterio-esclerosis jeneralizada.** VI Congreso Científico Jeneral Chileno, celebrado en [illegible] del 29 de Enero al [illegible] de Febrero de 1900. Santiago, 1900.
10. **Caracteres científicos e históricos de la primera Escuela de Medicina de Chile.** (1833-1842). Publicada en el volumen anterior.
11. **Historia Jeneral de la Medicina en Chile.** (Documentos inéditos, Biografías i Bibliografía). Desde el descubrimiento i conquista de Chile en 1535 hasta nuestros días. Tomo I. Talca, [illegible]

EN PRENSA

Tomo II de la **Historia de la Medicina**, etc.

EN PREPARACION

— Tomo III de la **Historia de la Medicina**, etc.
— **Bibliografía Médica Chilena.**
— **Climatolojía i Jeografía Médica de Chile.**